



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

GISELY PAULA GOMES

**BALANÇO ENÉRGICO DE OLEAGINOSAS E
HORTALIÇAS EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO**

Londrina
2012

GISELY PAULA GOMES

**BALANÇO ENÉRGICO DE OLEAGINOSAS E
HORTALIÇAS EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Bioenergia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ralisch

Londrina
2012

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G633b Gomes, Gisely Paula.

Balanço energético de oleaginosas e hortaliças em sistema orgânico de produção /
Gisely Paula Gomes. – Londrina, 2012.

99 f. : il.

Orientador: Ricardo Ralisch.

Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual de Londrina,
Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, 2012.

Inclui bibliografia.

1. Plantas oleaginosas na produção de biodiesel – Teses. 2. Agricultura familiar –
Teses. 3. Agricultura orgânica – Teses. 4. Balanço energético – Teses. 5. Agricultura
e energia – Teses. I. Ralisch, Ricardo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro
de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia. III. Universidade
Estadual de Maringá. IV. Universidade Estadual de Ponta Grossa. V. Universidade
Estadual do Centro-Oeste. VI. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. VII. Título.

CDU 665.3

GISELY PAULA GOMES

**BALANÇO ENÉRGICO DE OLEAGINOSAS E HORTALIÇAS EM
SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Bioenergia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Ralisch
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Otávio Jorge Grígoli Abi-Saab
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura
UEL – Londrina - PR

Londrina, 20 de agosto de 2012.

Dedico este trabalho a Deus, por sempre caminhar ao meu lado e me abençoar sempre, aos meus pais, irmãos e noivo por serem o presente mais valioso que Deus me concedeu.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela constante presença em minha vida, sem que eu precise pedir, pelo auxílio nas minhas escolhas.

Aos meus pais e irmãos pelo carinho e apoio e incentivo que me foram proporcionados.

Ao meu noivo pela paciência, dedicação, apoio e amizade durante toda esta jornada.

Ao meu orientador pelo suporte neste trabalho, mas, sobretudo pela sua amizade.

A todos os colegas que de alguma maneira ajudaram na realização deste trabalho.

Gostaria de agradecer a Fundação Araucária pela concessão a bolsa de estudo.

Ao Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) e ao pesquisador Dimas Soares Júnior pela realização deste trabalho.

Ao pessoal da EMATER-PR (Empresa de Assistência Técnica), agrônomos e técnicos, bolsistas e estagiários.

À Coordenadora do Curso de Pós-Graduação de Bioenergia na UEL, Dr^a Carmen Guedes e aos demais coordenadores do Programa de Mestrado em Bioenergia.

Aos membros da banca examinadora professor Mauricio Ursi Ventura e professor Otávio Jorge Grígoli Abi-Saab pela disposição.

Aos produtores que participaram da pesquisa, com disposição e simpatia.

A todos aqueles que embora não mencionados contribuíram para a realização deste trabalho e também estiveram comigo nesta importante etapa da minha vida.

Muito Obrigada a todos!

GOMES, Gisely Paula. **Balanço energético de oleaginosas e hortaliças em sistema orgânico de produção**. 2012. 99f. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

RESUMO

O balanço energético é importante condicionante para avaliar a sustentabilidade do meio ambiente e da rentabilidade do produtor agrícola em longo prazo, porém, o balanço energético dos sistemas produtivos tem ficado em segundo plano. A agricultura orgânica familiar busca a exploração de sistemas agrícolas diversificados, economia no consumo de energia e a preservação da biodiversidade. O presente trabalho teve por objetivo caracterizar e analisar os balanços energéticos e a rentabilidade da típica produção familiar orgânica, comparando-as com os dados da produção das principais oleaginosas e hortaliças pelo perfil de produtor, para verificar a viabilidade energética da produção desta matéria-prima pela agricultura familiar. A metodologia adotada de entrevistas junto ao produtor rural durante o ano de 2009 a 2010, na região do Vale do Ivaí e região de Londrina. A contabilidade energética de cada cultura compreendeu a fase do plantio até a colheita. A produção de oleaginosas e hortaliças, os insumos e serviços necessários á produção de um hectare foram convertidos em unidades equivalentes de energia, representando o consumo de energia no sistema. Foram obtidas as médias de entrada e saída de energia da produção e estimou-se a renda bruta anual por hectare de cada cultura produzida de cada propriedade. A cenoura apresentou balanço energético (2,84), o tomate apresentou o menor balanço (0,98), o balanço energético do girassol (2,03) e da soja (1,37). As participações dos componentes nos gastos do sistema orgânico foram serviços manuais e mecânicos e a irrigação. A renda bruta anual média dos produtores das hortaliças foi de R\$ 7.090,00 e 8.780,00 por hectare. A renda bruta anual média dos produtores no cultivo das oleaginosas foi de R\$ 3.700,00 e 2.300,00 por hectare. Constatou que o balanço energético da cenoura foi positivo e o do tomate foi negativo devido alto custo energético dos serviços manuais. As duas culturas são viáveis economicamente. As oleaginosas (girassol e soja) apresentaram balanço energético positivo e apresentam uma boa rentabilidade para o produtor e possuem mercado diferenciado.

Palavras-chave: Agricultura familiar. *Daucus carota L.* *Glycine max.* *Helianthus annuus*. Quilocalorias.

GOMES, Gisely Paula. **Energy balance of oilseeds and vegetables in organic production system.** 2012. 99f. Dissertation (Master's degree in Bioenergy) – State University of Londrina, Londrina, 2012.

ABSTRACT

The energy balance condition is important to assess the environmental sustainability and profitability of the farmer in the long term, however, the energy balance of productive systems has stayed in the background. Organic farming family searching exploration of diverse farming systems, savings in energy consumption and preserving biodiversity. The present study aimed to characterize and analyze the energy balances and the profitability of typical organic family farming, comparing them with the production data of the major oilseeds and vegetables by producer profile. The adopted methodology of interviews with the farmers during the year of 2009 to 2010, in the region of Vale do Ivaí and region of Londrina. The energy accounting of each culture understood the stage from planting to harvest. The production of oilseeds and vegetable crops, inputs and services necessary to the production of one hectare were converted to equivalent units of energy, representing the energy consumption in the system. Were obtained from the average input and output of energy production and estimated the annual gross income per hectare of each culture produced for each property. Carrot presented energy balance (2.84), the tomato had the lowest balance (0.98), the energy balance of sunflower (2.03) and soybean (1.37). The component of spending in the organic system was manual and mechanical services and irrigation. The average annual gross income of producers of vegetables was \$ 7090.00 and \$ 8780.00 per hectare. The average gross annual income of farmers in the cultivation of oilseeds was \$ 3700.00 and 2300.00 hectare. Found by the energy balance was positive carrot and tomato was negative due to high cost of energy services manuals. As two cultures are economically viable. Oilseeds (sunflower and soybean) had positive energy balance and show good profitability for the producer and have differentiated market.

Keywords: *Daucus carota* L. Family farming. *Glycine max.* *Helianthus annuus.* Kilocalories.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

3 ARTIGO A

- Figura 3.1** - Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de girassol no sistema orgânico55
- Figura 3.2** - Média da participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção da soja no sistema orgânico58

4 ARTIGO B

- Figura 4.1** - Média da participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de cenoura no sistema orgânico83
- Figura 4.2** - Média da participação relativa dos componentes nos custos calórico da produção de tomate no sistema orgânico85

LISTA DE TABELAS

3 ARTIGO A

Tabela 3.1 - Custos energéticos da produção de composto orgânico da propriedade do produtor nº1	46
Tabela 3.2 - Custos energéticos da produção de composto orgânico da propriedade do produtor nº 2	47
Tabela 3.3 - Custos energéticos da produção de composto orgânico da propriedade do produtor nº3	48
Tabela 3.4 - Custos energéticos da produção de composto orgânico da propriedade do produtor nº 4	50
Tabela 3.5 - Custos energéticos da produção de composto orgânico da propriedade do produtor nº 5	51
Tabela 3.6 - Dados da propriedade e da produção do girassol.....	54
Tabela 3.7 - Coeficientes energéticos da produção do girassol no sistema orgânico	54
Tabela 3.8 - Coeficientes energéticos da produção da soja no sistema orgânico	56
Tabela 3.9 - Dados da propriedade e da produção da soja	58

4. ARTIGO B

Tabela 4.1 - Componentes e os gastos com Biofertilizante	74
Tabela 4.2 - Custos energéticos da produção de composto orgânico da propriedade produtor nº 1	77
Tabela 4.3 - Custos energéticos da produção de composto orgânico da propriedade do produtor nº 2	78
Tabela 4.4 - Custos energéticos da produção de composto orgânico da propriedade do produtor nº 3	79
Tabela 4.5 - Custos energéticos da produção de composto orgânico da propriedade do produtor nº 4	80
Tabela 4.6 - Custos energéticos da produção de composto orgânico da propriedade do produtor nº 5	81

Tabela 4.7 - Coeficientes energéticos médio da produção de 1 ha de cenoura no sistema orgânico	82
Tabela 4.8 - Coeficientes energéticos médio da produção de 1 ha do tomate no sistema orgânico	84
Tabela 4.9 - Renda bruta das culturas da cenoura e do tomate em sistema orgânico de produção.....	87

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	A AGRICULTURA FAMILIAR ORGÂNICA	15
2.2	AGROECOLOGIA	17
2.3	ENERGIA E BALANÇO ENERGÉTICO.....	18
2.4	AGROENERGIA.....	20
2.5	OLERICULTURAS ORGÂNICAS	21
2.6	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DAS OLERÍCOLAS.....	23
2.7	OLEAGINOSAS NO BRASIL.....	24
2.8	A CULTURA DO GIRASSOL E SUA IMPORTÂNCIA.....	25
2.9	A CULTURA DA SOJA E SUA IMPORTÂNCIA.....	27
2.10	BIOCOMBUSTÍVEL E BIODIESEL.....	29
	REFERÊNCIAS	32
3	ARTIGO 1- BALANÇO ENERGÉTICO DE OLEAGINOSAS PRODUZIDAS PELA AGRICULTURA ORGÂNICA	38
	RESUMO	38
	ABSTRACT	38
3.1	INTRODUÇÃO.....	39
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	41
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
3.4	CONCLUSÃO	61
	REFERÊNCIAS	63
4	ARTIGO 2 - BALANÇO ENERGÉTICO DA PRODUÇÃO DA CENOURA E DO TOMATE NO SISTEMA ORGÂNICO	67
	RESUMO	67
	ABSTRACT	67
4.1	INTRODUÇÃO.....	68
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	69

4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
4.4	CONCLUSÃO	87
	REFERÊNCIAS	88
	5 CONCLUSÃO GERAL	90
	APÊNDICES	92
	APÊNDICES A - Base de dados das cultivares de oleaginosas	93
	APÊNDICES B - Base de dados das cultivares das oléícolas	94
	ANEXOS	95
	ANEXO A - Valores energéticos adotados	96
	ANEXO B - Conversão de unidades de medidas de energia.....	99

1 INTRODUÇÃO

A pequena propriedade rural é responsável por cerca de 60% dos alimentos que chegam à mesa das famílias brasileiras e pela matéria-prima para muitas indústrias, representando 85% do total de estabelecimentos rurais do país (CASSEL, 2007), portanto, trata-se de setor estratégico.

Agricultura tem gasto grandes quantidades de energia nos sistemas produtivos, visando o aumento da produtividade, o agravante é que boa parte da energia gasta provem de fontes não renováveis, que possuem alto custo energético.

O atual contexto de busca de fontes alternativas de energia e a necessidade de que as atividades humanas se tornem sustentáveis, impôs à agricultura mais uma papel fundamental, além dos já consagrados: produção de energia.

Atualmente novos tipos de recursos foram incorporados ao processo produtivo como sementes melhoradas, fertilizantes, máquinas, combustíveis fósseis e eletricidade, de modo a viabilizar a expansão da área cultivada e o aumento da produtividade, bem como para o beneficiamento, transporte e conservação da produção, elevando assim o consumo de derivados do petróleo e de recursos não renováveis.

Como forma de equacionar a disponibilidade de energia à produção agrícola, inúmeras iniciativas têm sido feitas na busca por fontes alternativas, como os biocombustíveis. Um programa paranaense de biocombustíveis foi estabelecido visando propiciar à agricultura familiar a possibilidade de explorar a produção de biocombustíveis, porém sem muitas avaliações de viabilidade técnica e econômica.

Um dos grandes desafios da agricultura familiar é tornar-se energeticamente eficiente e manter uma produtividade rentável.

Pouca importância tem se dado ao balanço energético dos sistemas produtivos, nos últimos anos, porém o balanço energético é um importante recurso para tomada de decisão sobre a adoção de novas técnicas e manejos agrícolas, com potencial para economizar energia e também aumentar a eficiência dos insumos, reduzindo assim os custos dos sistemas de produção.

A produção orgânica de hortaliças é ótima alternativa de geração de renda para agricultura familiar, mas nem sempre são energeticamente viáveis. Os benefícios da produção de hortaliças aos produtos e outros é a diversidade de

produtos que refletem de varias formas para os produtores e para os consumidores, além da vantagem dos sistemas de horticultura orgânica em relação à preservação do meio ambiente.

A caracterização deste tipo de produção em uma determinada realidade permite analisar a potencialidade deste setor da agropecuária na produção de energia. Incorporando em seus sistemas de produção espécies vegetais com este potencial, como as oleaginosas.

O girassol e a soja têm uma importância econômica significativa são plantas anuais, cultivadas em largas extensões territoriais, que permitem bons rendimentos agrícolas. São vegetais que encerram elevada proporção de óleo na constituição de algum de seus órgãos, tornando-as matéria-prima (girassol e a soja) potencial para a extração de óleo.

O girassol é uma cultura adapta a diversas condições de latitude e fotoperíodo, é uma cultura oleaginosa produtora de óleo vegetal, com ótimo aproveitamento de todas as partes vegetais, muito utilizada na rotação de culturas e também há possibilidade de usar como biodiesel.

A cultura da soja tornou-se de grande importância na produção de alimentos, fonte de matéria-prima para produção de biodiesel, para indústria e alimentação animal.

A melhor maneira dos agricultores familiares sustentáveis ajudarem a reduzir a dependência do país em combustíveis fósseis é a venda de seus produtos localmente. Quanto menor for a viagem da produção, menos combustível é necessário para transportá-lo. Práticas e manejos agrícolas sustentáveis também têm a capacidade de reduzir a dependência de combustíveis fósseis, eliminando práticas de produção e de desperdício, portanto as iniciativas de racionalização do uso de energia devem anteceder e estarem associadas aos programas de estímulo à produção de energia.

Com aumento dos preços do petróleo e a queda das grandes reservas, associados ao uso intensificado desta energia, tornou-se vital a procura por novas fontes de energia, renováveis e ecológicas. Diversas são as culturas produtoras de óleo para a produção de biodiesel. A soja e o girassol são algumas das oleaginosas que são usadas na produção do biocombustível.

O Biodiesel é um biocombustível com objetivos social e ambiental, gerando emprego, renda e minimização da emissão de gases que contribui para as mudanças climáticas globais.

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar e analisar os balanços energéticos e a rentabilidade da típica produção familiar orgânica, comparando-as com os dados da produção das principais oleaginosas e hortaliças pelo perfil de produtor, para verificar a viabilidade energética da produção desta matéria-prima pela agricultura familiar. Pretende-se também referenciar os estudos de demanda de energética e de produção de biocombustíveis deste setor.

O estudo das hortaliças (cenoura e o tomate), duas culturas com grande valor econômico é para ilustrar a comparação entre viabilidade econômica e energética. Nem sempre uma cultura é viável economicamente e energeticamente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A AGRICULTURA FAMILIAR ORGÂNICA

A agricultura familiar é definida como aquela em que a mão de obra da família predomina sobre a mão de obra contratada, além disso, o próprio agricultor administra a propriedade, a renda familiar origina-se das atividades econômicas do estabelecimento e área de produção (INCRA/FAO, 2000).

A agricultura orgânica busca o desenvolvimento sustentável na produção agrícola, utilizando de práticas alternativas que orientam o plantio, o manejo de pragas e de doenças. A Biodiversidade natural auxilia a produção agrícola, permitindo que a natureza trabalhe em conjunto com o ser humano, tendo como resultados alimentos saudáveis, com mais vitalidade, e mantendo a saúde do ambiente e das pessoas.

Sistema de produção orgânico não faz uso de fertilizantes, agrotóxicos, reguladores de crescimento e aditivos para a produção vegetal e alimentação animal, elaborados de forma sintética.

Adaptação, viabilidade e cultivos de pequena escala em pequenas propriedades é a principal característica da agricultura orgânica. Agricultura familiar tem ao seu favor o tamanho menor da propriedade, diversidade de produção, baixa utilização de insumos, sendo o segmento que mais pode se beneficiar com as tecnologias geradas para a agricultura orgânica.

O sistema de produção orgânico baseia-se no uso de esterco animais, rotação de culturas, adubação verde, compostagem e controle biológico de pragas e doenças. Busca manter a estrutura e produtividade do solo, trabalhando em harmonia com a natureza.

O padrão de produção agroalimentar, baseia-se na utilização intensiva de insumos químicos, mecanização pesada e melhoramento genético voltado para a produtividade, buscando-se produzir em grande quantidade com preço baixo. Nesse aspecto a agricultura tomou uma tendência insustentável, precisando urgentemente ser repensada e o seu modo de produção, reorganizado (CARMO, 1995).

O surgimento de uma nova agricultura “agroecológica” tem apresentado novas perspectivas para viabilizar a produção respeitando o meio

ambiente e a vida dos produtores. Agricultura agroecológica aponta o caminho da sustentabilidade econômica, social e ambiental. A necessidade de conciliar o crescimento econômico do país com a conservação dos recursos naturais é um desafio, já que os superávits na balança comercial dependem da exportação de produtos agrícolas cultivados em grande escala (IBGE, 2004).

Os processos de produção adotados na agricultura orgânica são acessíveis a pequenos, médios produtores e pessoas inseridos na agricultura familiar.

Alternativa para melhorar a qualidade de vida dos pequenos produtores pode ser a agricultura orgânica familiar. A procura por produtos orgânicos tem aumentado em torno de 10% ao ano no mercado interno e entre 20 e 30% no mercado externo (SEAGRI, 2004) criando oportunidades de inserção no mercado.

Segundo Altieri (2001), o objetivo do agrossistema é trabalhar com sistemas agrícolas complexos onde as interações ecológicas e sinergismos entre os componentes biológicos criem, eles próprios, a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas.

Sistema orgânico de produção agropecuária é aquele que adota tecnologias que otimizem o uso dos recursos naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto-sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não-renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos. São excluídos também organismos geneticamente modificados, transgênicos ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana, assegurando a transparência em todos os estágios da produção e da transformação segundo Mapa (2002).

No Paraná, dos 371.051 estabelecimentos agropecuários existentes, 81,63% se enquadraram na categoria agricultura familiar, ocupando 27,8% da área total dos estabelecimentos, são responsáveis por 43% do Valor Bruto da Produção (VBP) do estado, segundo IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 2010).

No mundo, a produção orgânica certificada está presente em mais de 150 países, sobretudo na Europa, EUA, Japão, Austrália e América do Sul, o que representa mais de 35 milhões de hectares, com crescimento de 9,0% entre 2007 e

2008. No Paraná, o Censo Agropecuário IPARDES (2010) aponta para um número de 7.527 estabelecimentos agropecuários que realizam atividade orgânica, o que representa 8,3% do total de estabelecimentos orgânicos no Brasil.

A agricultura orgânica não é apenas uma forma de produção ou um método cultural, mas também um instrumento articulador de prática social. A agricultura orgânica funciona no sentido de renovar as relações entre produtores e consumidores e, também, estabelece interações como os agentes de certificação (públicos ou privados). Ela não se resume a uma substituição de fatores químicos de produção, freqüentemente qualificados de agrotóxicos pelos produtores orgânicos. A atividade orgânica convida a conhecer novas formas de explorar e monitorar o solo, que podem resultar numa exploração racional dos recursos hídricos e numa efetiva aplicação das disposições legais, conforme relatam Bellon e Abreu (2005).

Pequenos grupos de agricultores são representativos dos sistemas de produção encontrados em uma dada região agrícola, analisados e acompanhados com a adoção do enfoque sistêmico de pesquisa e desenvolvimento que, após experimentarem intervenções para a sua melhoria, servem para o fornecimento de referências técnicas e econômicas (PASSINI, 1997).

2.2 AGROECOLOGIA

Agroecologia é entendida como um enfoque científico destinado a apoiar a transição dos atuais modelos de desenvolvimento rural e de agricultura convencionais para estilos de desenvolvimento rural e de agriculturas sustentáveis (CAPORAL; COSTABEBER, 2002).

O entendimento da agroecologia enquanto ciência coincidiu com a maior preocupação pela preservação dos recursos naturais nos anos 60 e anos 70. Os critérios de sustentabilidade nortearam as discussões sobre uma agricultura sustentável, que garantisse a preservação do solo, dos recursos hídricos, da vida silvestre e dos ecossistemas naturais, e ao mesmo tempo assegurasse a segurança alimentar. Em 1970, agrônomos passaram a enxergar o valor da ecologia nos sistemas agrícolas e o termo começou a ser explorado e a agroecologia passou a ser entendida como campo de produção científica e como ciência integradora, preocupada com a aplicação direta de seus princípios na agricultura, na organização

social e no estabelecimento de novas formas de relação entre sociedade e natureza (GLIESSMAN, 2000).

Agroecologia se consolida como enfoque científico na medida em que este campo de conhecimento se nutre de outras disciplinas científicas, assim como de saberes, conhecimentos e experiências dos próprios agricultores, o que permite o estabelecimento de marcos conceituais, metodológicos e estratégicos com maior capacidade para orientar não apenas o desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis, mas também processos de desenvolvimento rural sustentável (CAPORAL; COSTABEBER, 2000).

2.3 ENERGIA E BALANÇO ENERGÉTICO

Energia e produção de alimentos estão de tal forma inter-relacionadas, que qualquer impacto nos custos do petróleo transmite-se e ampliam-se ao longo da cadeia alimentar, desde a compra da semente, pelo produtor, até os preços de mercado atacadista e varejista, às portas do consumidor. Com tão ampla influência no sistema produtivo agrícola, torna-se importante a determinação criteriosa de metas e prioridades, dos pontos em que a pesquisa agropecuária pode e deve dar a sua contribuição (RIVALDO, 1988).

Pimentel (1980) sugere que os dados fornecidos por vários autores são muito valiosos aos agricultores para que eles possam racionalizar o uso de energia e outros recursos necessários para uma bem sucedida produção agropecuária. A avaliação da energia produzida nos processos agrícolas, seja para cobrir os requisitos nutricionais da população, seja como combustível, para substituir os derivados de petróleo, fornece subsídios que permitem verificar se o setor agrícola está, ou não, cumprindo esses objetivos estratégicos, ou de que forma poderia ser conduzido a fazê-lo (CASTANHO FILHO; CHABARIBERY, 1983).

A idéia de energia está relacionada com o conceito físico de trabalho. Nesse sentido, entende-se por energia a capacidade de produzir trabalho. O trabalho é entendido como a força aplicada a um objeto, refletida na distância percorrida por ele em decorrência da força imprimida. Dessas considerações, tem-se que todo elemento capaz de produzir trabalho é potencialmente energético. (GUERRERO, 1987).

O balanço energético constitui importante instrumento para tomada de decisões relativas à adoção de novas técnicas e manejos agropecuários, com potencial para economizar energia e aumentar a eficiência dos insumos, reduzindo custos em sistemas de produção, que apresentam uso intensivo energético em suas várias formas (CAMPOS; CAMPOS, 2004).

O consumo energético da agricultura é representado pelas energias encontradas livremente na natureza (energia solar, ar, água, nutrientes orgânicos e minerais do solo) e pelas energias adicionadas pelo homem (força humana e animal, fertilizantes, óleo diesel). Nos primórdios da agricultura, a energia adicionada pelo homem na atividade produtiva era, sobretudo, de origem biológica (mão de obra). Com o desenvolvimento gradativo dos métodos e técnicas de produção, outras fontes energéticas passaram a contribuir na atividade produtiva e no beneficiamento da produção (BEBER, 1989).

Mais intensamente no século XX, novos tipos de recursos foram incorporados ao processo produtivo (sementes melhoradas, fertilizantes e defensivos químicos, máquinas, combustíveis fósseis, eletricidade), de modo a viabilizar a expansão da área cultivada e o aumento da produtividade, bem como para o beneficiamento, transporte e conservação da produção (BEBER, 1989).

Segundo Vidal (1988), dois mil anos antes de Cristo, 30% da energia que movia a humanidade eram extraídos da madeira e dos rejeitos orgânicos; o restante continuava sendo a muscular. Já no século XVI, época do descobrimento do Brasil, a madeira (70%) e os rejeitos orgânicos (20%) correspondiam pela quase totalidade da energia utilizada pelo homem.

O homem primitivo consumia apenas a energia contida na sua alimentação (o consumo energético de cada pessoa era de 2 Mcal.dia⁻¹). Já homem caçador (100.000 a.C.) consumia alguma energia adicional na cocção (nessa época o consumo energético somava 5 Mcal.dia⁻¹), o agrícola (5.000 a.C.) utilizava também a energia animal em alguns trabalhos do campo (o consumo energético per capita subira para cerca de 16 Mcal.dia⁻¹). O homem medieval europeu adicionou os moinhos de vento e d'água ao seu consumo energético (o consumo humano de energia atingiu 26 Mcal.dia⁻¹) e o industrial (Inglaterra do séc.XIX) introduziu a máquina a vapor (e o consumo per capita de todas as formas de energia somavam 77 Mcal.dia⁻¹) e, finalmente, o homem tecnológico (EUA séc. XX) a eletricidade e os

motores de combustão interna chegando o consumo individual a 230 Mcal.dia⁻¹ (OLIVEIRA, 1987).

O balanço energético visa estabelecer os fluxos de energia, identificando sua demanda total e eficiência, refletida pelo ganho líquido de energia e pela relação saída/entrada, além da quantidade necessária para produzir ou processar um quilograma de determinado produto. Nesse processo quantificam-se todos os insumos utilizados e produzidos que são transformados em unidades de energia. As determinações de balanços de energia e de eficiência energética são importantes instrumentos no monitoramento da agricultura ante o uso de fontes de energia não renováveis (SIQUEIRA et al., 1999; BUENO et al., 2000).

O objetivo principal do balanço energético é traduzir em unidades ou equivalentes energéticos os fatores de produção e os intermediários, possibilitando a construção de indicadores comparáveis entre si, que permitam a intervenção no sistema produtivo visando melhorar a eficiência (BUENO et al., 2000).

Assim, a geração de informações específicas para espécies em sistemas de manejo de solo ou rotação de culturas torna-se de grande valor. Análise energética de agrossistemas tem por objetivo descrever os fluxos de energia e seu funcionamento e determinar o grau de eficiência energética a partir de medidas parciais, relacionadas a terra, trabalho ou capital (DEL MORI, 1998). A análise de fluxo energético requer a unificação do produto de diferentes fontes e conversores de energia, como máquinas, trabalho humano e combustível, em uma mesma unidade calórica (COMITRE, 1995).

O conhecimento da relação produção/consumo de energia, tanto quanto a análise econômica, é instrumental básico para elaboração de políticas que definam a quantidade de calorias e proteínas no consumo interno, exportação, ou na transformação em combustíveis, permitindo prever o nível de dependência do país nessa área (CARMO et al., 1988; CARMO; COMITRE, 1991).

2.4 AGROENERGIA

A preocupação mundial com o meio ambiente, principalmente com o efeito estufa, provocado na maior parte, pela emissão de grandes quantidades de dióxido de carbono, geradas na utilização dos combustíveis fósseis, tem favorecido a busca por formas de energia que sejam mais limpas (LIMA, 2007). Este fato fez o

mundo buscar uma nova era energética, na qual a agroenergia surge como uma das alternativas mais viáveis para substituir as fontes de origem fóssil, contribuindo para a redução dos impactos ao meio ambiente. O etanol e o biodiesel são biocombustíveis que melhor representam a agroenergia, sendo os mais produzidos, em escala mundial ou brasileira.

A energia é derivada de diferentes fontes, que podem ser de origem fóssil (petróleo e derivados, carvão mineral e nuclear) e não-fóssil, denominada renovável, tais como hídrica, solar, eólica, geotérmica e de biomassa. Então a definição do termo agroenergia trata do conjunto de produtos derivados da biomassa, produzidos ou liberados pela atividade humana ou animal, que possam ser transformados em fontes energéticas para usos distintos: eletricidade, calor e transporte (BERMANN, 2008)

2.5 OLERICULTURAS ORGÂNICAS

A olericultura é o nome dado ao cultivo de plantas herbácea, de ciclo curto e de tratos culturais intensivos, utilizadas na alimentação humana. Como exemplos de hortaliças têm as culturas do tomate, cenoura, alho, cebola, pimentão e muitas outras.

Em termos de consumo per capita, o Brasil consome 19 kg/hab./ano de FLV, na Europa este consumo, em alguns países, chega a 120 kg/hab./ano. Tal fato evidencia o potencial do mercado interno brasileiro. A olericultura tanto comercial como de subsistência tem um importante papel na atividade agrícola familiar, contribuindo para o seu fortalecimento e garantindo sua sustentabilidade (FAULIN; AZEVEDO, 2003).

Tamanha é a importância das hortaliças na alimentação que a Organização Mundial de Saúde (OMS) coloca o baixo consumo de hortifrutícolas como um dos dez principais fatores de risco para a mortalidade e morbidade no mundo. De acordo com Silva (2009), estima-se que o baixo consumo de hortifrutícolas seja responsável por 19% dos cânceres gastrointestinais, 31% da doença cardiovascular isquêmica e por 11% dos enfartes do miocárdio e que, potencialmente, mais de 2,7 milhões de vidas podiam ser salvas todos os anos se cada pessoa consumisse porções adequadas de frutas de legumes e de verduras.

Olericultura é uma atividade econômica muito reconhecida por seus impactos sociais, criação de emprego e renda, especialmente para a olericultura familiar. As hortaliças orgânicas estão adquirindo cada vez mais espaço no Brasil, devido à diversidade de espécies, à disposição dos consumidores, à melhoria da qualidade dos produtos ofertados e principalmente conscientização do consumidor, para uma alimentação menos calórica e saudável.

A horticultura melhora as condições de vida da população, isto estimula o aumento da produção, melhora a infraestrutura de distribuição e principalmente auxilia a educação alimentar e nutricional da população brasileira.

No estado de São Paulo, apesar de terem participação de apenas 1% na área total cultivada com as principais culturas, as olerícolas respondem por cerca de 9% do total da demanda da força de trabalho agrícola (DEL GROSSI; SILVA, 2002). Isto permite uma renda relativamente constante à família produtora de hortaliças e geração de trabalho para todos da família e fixação do agricultor no campo.

É importante salientar que devido à demanda e à produção constante da olericultura, a mão de obra do estabelecimento não passa por oscilações severas. Afinal, para esse tipo de produção, quase todos os dias são dias de preparo da terra, do plantio, da colheita, do controle de pragas, entre outras atividades. Além do mais, em função da maior exigência por mão de obra na olericultura (principalmente a orgânica) as ações públicas destinadas a promover os sistemas orgânicos têm maior receptividade junto aos produtores familiares, resultando em número maior de ocupações e, sobretudo, melhor renda para os membros da família ou contratados (ALMEIDA; JUQUEIRA, 2011).

Muitas dessas atividades, antes pouco valorizadas e dispersas, assumem importantes fontes de renda para valorização e fortalecimento da agricultura familiar, caso da produção de hortaliças sem uso de fertilizantes químicos e defensivos, com um valor agregado ancorado na sustentabilidade e na saúde. (ALMEIDA; JUQUEIRA, 2011).

À comercialização de hortaliças orgânicas originou-se em dois sistemas principais: as feiras livres e a entrega de cestas com vários tipos de hortaliças a domicílio que, apesar do sucesso inicial, têm representado dificuldades para a expansão da olericultura orgânica para um grande número de agricultores

(AMARAL, 1996). Atualmente produtos orgânicos podem-se encontrados em mercados, supermercados, quitandas, sacolões e feiras livres.

2.6 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DAS OLERÍCOLAS

Paraná, Minas Gerais, São Paulo e Bahia são os maiores estados produtores de cenoura. No Paraná, são plantados 6.200 ha de cenoura, a região de Marilândia do Sul, com 4.200 hectares cultivados e uma produtividade média de 28 t/ha (ROCHA, 2007).

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma das hortaliças com maior destaque no cenário nacional, correspondendo a 6% da produção total de hortaliças (VILELA; HENZ, 2000). Segundo Vilela e Borges (2008), a cenoura é posta em evidência principalmente por apresentar elevada capacidade de geração de emprego e renda em todos os segmentos de sua cadeia produtiva durante o ano inteiro.

Em programas de melhoramento nacionais, foram desenvolvidas novas cultivares de cenoura adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras, que possibilitam o aumento da produtividade, redução nos custos finais da produção, resultando em alta rentabilidade e retornos econômicos compensadores (VILELA; BORGES, 2008).

Dependendo da variedade da cenoura, das condições climáticas e dos tratos culturais, a colheita pode ser feita no período de 80 a 120 dias decorrido da semeadura. Saber o ponto de colheita e a maneira de colher e de manusear as raízes é muito importante, pois influencia na aparência final e na capacidade de conservação do produto.

Outra hortaliça muito importante economicamente no Brasil é o tomate. A preocupação com a saúde dos consumidores devido aos possíveis resíduos de defensivos nos produtos vem aumentando, com isso a procura por tomates orgânicos. A condução do tomate é mais trabalhosa para os produtores orgânicos por causa dos problemas com pragas e doenças, pela exigência nos tratos culturais e devido aos gastos econômicos para produção.

O tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill) é considerado a hortaliça mais conhecida e de maior consumo no mundo, devido à multiplicidade de seu aproveitamento na alimentação humana. Representa uma das principais culturas

produzidas e comercializadas no Brasil, caracterizando-se por sua riqueza em vitaminas, fácil adaptação aos recursos naturais (clima seco, pouca sensibilidade ao fotoperiodismo, baixa precipitação pluvial, topografia plana e regular disponibilidade de água para irrigação) e elevada participação no consumo interno (TABOSA; SILVA, 2008).

Conforme FAO (2009), entre 1985 e 2005, a produção mundial per capita de tomate cresceu cerca de 36%, passando de 14 kg por pessoa por ano para 19 kg. O Brasil ocupa o sexto lugar no ranking da produção mundial de tomate, com três milhões de toneladas ao ano e plantação em 58 mil hectares, sendo que o estado de São Paulo representa 38% da produção nacional (MAPA, 2009).

A produção paranaense de tomates na safra 2009/10 foi de quase 340.000 toneladas em uma área de 5.325 hectares. O Paraná foi o quarto maior produtor nacional com 9% da produção brasileira. As principais regiões produtoras paranaenses são as regiões de Apucarana com 22% da produção, Ponta Grossa com 21%, Londrina com 19%, Jacarezinho com 9%, Ivaiporã com 8% e Curitiba com 6% (MOREIRA, 2011).

2.7 OLEAGINOSAS NO BRASIL

Oleaginosas são vegetais que possuem óleos e gorduras que podem ser extraídos através de processos adequados. Os óleos vegetais mais comuns, com riqueza de matéria prima no Brasil, são: soja, milho, amendoim, algodão, babaçu, girassol, canola e palma. A soja dispõe quase 90% da produção de óleo no Brasil.

No dendê/palma e na mamona, o óleo é o principal produto comercial. Em outras, como no amendoim e na soja, o óleo é um “sub-produto”, pois não é o que tem o maior valor comercial atualmente. Esse é um aspecto a se considerar quando se trata da possibilidade de aumento da produção de uma ou outra espécie, por interferir na viabilidade econômica do cultivo (NUNES, 2007).

Algumas fontes para extração de óleo vegetal que podem ser utilizadas são a baga de mamona, polpa do dendê, amêndoa do coco de dendê, amêndoa do coco de babaçu, amêndoa do coco da praia, caroço de algodão, grão de amendoim, semente (de canola, de maracujá, de girassol, de linhaça, de tomate), polpa de abacate, caroço de oiticica, e de nabo forrajheiro, nabo, pinhão bravo, pequi,

carnaúba, que podem ser utilizadas na produção de biocombustíveis (BILICH; SILVA, 2006).

Embora algumas plantas nativas apresentem bons resultados em laboratórios, como o pequi, o buriti e a macaúba, sua produção é extrativista e não há plantios comerciais que permitam avaliar com precisão as suas potencialidades (ROCHA, 2007).

O Brasil possui uma grande diversidade de opções de matérias-primas para produção de biodiesel, como a palma e o babaçu, na região Norte a soja, o girassol, pinhão manso e o amendoim nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, e a mamona é a melhor opção do semi-árido nordestino e às demais regiões do País. O Estado do Espírito Santo não é um produtor potencial de oleaginosas, no entanto se credencia com um perfil econômico altamente promissor na capacidade de produção de biocombustíveis em função da sua diversidade agroclimática e de unidades naturais, além de ter uma estrutura fundiária baseada na Agricultura Familiar (ROCHA, 2007).

2.8 A CULTURA DO GIRASSOL E SUA IMPORTÂNCIA

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família Compositae, originária do continente Norte Americano e cultivado nos cinco continentes, em aproximadamente 18 milhões de hectares. Destaca-se como a quarta oleaginosa para produção de grãos perdendo apenas para soja, palma e canola e a quinta em área cultivada no mundo (USDA, 2005).

É uma planta de fecundação cruzada, sendo polinizada basicamente por insetos, particularmente as abelhas. Em lavouras comerciais, durante a floração, as abelhas propiciam aumento da produção, pela polinização de um maior número de flores e possibilita a fecundação das mesmas. Ou seja, além da produção de aquênios, a produção de mel pode ser outra fonte de renda, sendo de 30 a 40 Kg de mel por hectare (EMPARN, 2009).

De cada tonelada de sementes, se extraem em média 400 kg de óleo, 250 kg de casca e 350 kg de torta para os animais, com 45 a 50% de proteína bruta. Por possuir qualidades excepcionais, o seu óleo vem sendo também indicado para a produção de biodiesel. A planta inteira pode ser utilizada como forragem de

excelente qualidade. Acrescenta-se a essas características, a sua importância econômica na qualidade de cultura melífera (EMPARN, 2009).

Segundo Lopes et al. (2009) o girassol está inserido entre as espécies vegetais de maior potencial para a produção de energia renovável no Brasil, como matéria-prima para a produção de biocombustível, é uma opção para o produtor agrícola em sistemas envolvendo rotação ou sucessão de culturas.

O girassol demonstra um grande potencial de expansão, isso se deve a diversidade de aplicações em diferentes áreas como produção de ração, silagem, óleo para consumo humano, floricultura, alimentação animal, além de ser uma excelente alternativa de matéria-prima para a produção de biodiesel (PEREIRA et al., 2008).

O ciclo para a produção de grãos de girassol é de 100 a 110 dias e de 80 a 90 dias para silagem. Altura média de 1,70 m. O potencial médio do girassol de produção de grãos: 2.000 a 2.600kg/ha para variedades e híbrido respectivamente e o teor médio de óleo é de 44% (EMPARN, 2009).

O óleo obtido das sementes do girassol possui cerca de 80% de ácidos graxos insaturados, linoléico (COULTATE, 2004), demandando o uso de aditivos para que ocorra a estabilização visando o armazenamento e a formação de estoque logístico. Óleo de girassol apresenta cotações de mercado acima dos da soja e canola, não sendo a melhor alternativa energética. Contudo, a solução viável para a produção de energia renovável em pequena escala, atendendo a interesses regionais, reduzindo assim também a dependência de energia fóssil (EMBRAPA, 2008).

Os níveis de rendimento, dependendo do teor de óleo e das características físico-químicas das matérias primas utilizadas, a rota tecnológica adotada: etílica, metílica ou mista tem custos diferentes. Com relação às características físico-químicas das matérias-primas: O girassol tem alto índice de insaponificáveis resultando em baixa produtividade e elevado teor de impurezas (EMBRAPA, 2010).

Segundo Durães (2008), o problema é que as espécies oleaginosas convencionais das quais já se têm domínio tecnológico: soja, girassol, algodão, amendoim e canola têm um potencial de rendimento de 500Kg/ha a 1.500kg/ha de óleo e estão produzindo entre 400kg/ha a 800kg/ha de óleo e, esses valores são considerados baixos.

Esses fatos tornam evidente a necessidade de grandes investimentos em pesquisa, para que possamos dispor de matérias-primas alternativas suficientes, num cenário de médio e longo prazo, e garantir a oferta de óleo vegetal necessária de acordo com o crescimento do Programa Nacional de Biodiesel (EMBRAPA, 2010).

2.9 A CULTURA DA SOJA E SUA IMPORTÂNCIA

Soja (*Glycine max*) é um grão rico em proteínas, cultivado como alimento tanto para humanos quanto para animais. A soja pertence à família Fabaceae (leguminos) (EMBRAPA, 2006).

O óleo de soja é o mais utilizado pela população mundial no preparo de alimentos. Também é extensivamente usado em rações animais. Outros produtos derivados da soja incluem óleos, farinha, sabão, cosméticos, resinas, tintas, solventes e biodiesel.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja atrás apenas dos EUA. Na safra 2009/2010, a cultura ocupou uma área de 23,6 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 68,7 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira foi de 2941 kg por hectares (EMBRAPA, 2010).

A soja, considerada a rainha das leguminosas, dispõe de uma oferta muito grande do óleo, pois quase 90% da produção de óleo no Brasil provém dessa leguminosa (VIEIRA et al., 2010). Não é a opção mais atrativa para produção de biodiesel, no que concerne ao custo de produção do seu óleo, quando comparada com outras oleaginosas.

O óleo de soja é, somente, um dos componentes do sistema produtivo da soja. Sua produção é condicionada à demanda do mercado externo de farelos e de tortas; no mercado interno essa produção concorre para o abastecimento nacional de óleos comestíveis, participando da cadeia alimentícia da população, que se apresenta estável. Uma questão importante e complexa é a composição do custo do biodiesel. A introdução do biodiesel na matriz energética nacional deve ser vista com uma oportunidade de fixação do homem no campo com a valorização da agricultura familiar (WEHRMANN et al., 2006).

Nos próximos anos, a soja deverá continuar sendo a principal matéria-prima utilizada na produção de biodiesel. A grande preocupação é, considerando que a soja é uma *commoditie*, ela está sujeita às variações de preço impostas pelo mercado internacional, por isso, em que medida o suprimento de soja destinada ao biodiesel estaria garantido e por quanto tempo (EMBRAPA, 2010).

Amaral (2009) afirma "O consumo de biodiesel está crescendo gradualmente e deverá atingir 3,1 milhões de toneladas em 2020. Essa produção exigirá um volume equivalente de óleos vegetais e a produção nacional terá plena capacidade de atender essa demanda". Amaral (2009) acrescenta, que, de acordo com projeções da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais – ABIOVE (2005), em 2020 o Brasil deverá colher em torno de 105 milhões de toneladas de soja.

Processada localmente, o País poderá contar com 20 milhões de toneladas de óleo de soja. Isso, sem levar em consideração o desenvolvimento de outras oleaginosas, como girassol e colza que deverão experimentar um grande desenvolvimento nesse período em função da demanda por óleo. Enquanto na soja e no algodão, o País se encontra na fronteira tecnológica em relação aos melhores produtores, na colza e no girassol há uma defasagem em 42% e 29% respectivamente (EMBRAPA, 2010).

Segundo Amaral (2009) o aumento na produção de soja para atender o aumento na produção de biodiesel irá demandar apenas mais 8 milhões de hectares. Pois será baseado no aumento da produtividade agrícola, e, afirma que esses são indicadores de que o Brasil dispõe de matérias-primas em volume adequado para atendimento das necessidades do Programa, a longo prazo, sem prejuízos às demais utilizações dos óleos vegetais, como o de usos alimentícios e industriais. Se estes dados se confirmarem não teremos gargalos, pois as matérias-primas se constituem os principais fatores para a sustentabilidade do Programa Nacional de Biodiesel.

2.10 BIOCOMBUSTÍVEL E BIODIESEL

Para atender às necessidades de uma civilização cada vez mais exigente, o aumento do consumo dos combustíveis fósseis é de tal dimensão que suas reservas poderão esgotar-se nos próximos 100 anos, devido aos atuais taxas de crescimento.

Neste contexto, os óleos vegetais aparecem como uma alternativa de substituição ao diesel em motores de ignição por compressão. O biodiesel surgiu então como uma evolução na tentativa de substituição do óleo diesel por biomassa. O biodiesel é um combustível renovável, produzido a partir de oleaginosas como mamona, dendê, girassol e soja. Além de ser uma tecnologia limpa, não polui o meio ambiente e também traz vantagens econômicas, pois sua produção e o cultivo de matérias-primas contribuirão para a criação de milhares de novos empregos na agricultura familiar, principalmente nas regiões mais pobres do Brasil (BRASIL, 2005).

O biodiesel pode ser definido como sendo um mono-álquil éster de ácidos graxos derivado de fontes renováveis, como óleos vegetais e gorduras animais (MONYEM, 2001), obtido através de um processo de transesterificação, no qual ocorre a transformação de triglicerídeos em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos (ENCINAR et al., 2002). Encontra-se registrado na “Environment Protection Agency – EPA – USA” como combustível e como aditivo para combustíveis e pode ser usado puro a 100% (B100), em mistura com o diesel de petróleo (B20), ou numa proporção baixa como aditivo de 1 a 5% (RAMOS, 2000); sua utilização está associada à substituição de combustíveis fósseis em motores do ciclo diesel (HAAS, 2001), sem haver a necessidade de nenhuma modificação no motor (LUE, 2001).

A utilização de biodiesel como combustível vem apresentando um potencial promissor no mundo inteiro (HERRERA, 1995), sendo um mercado que cresce aceleradamente (HARTEN, 2003), fonte estratégica de energia renovável em substituição ao óleo diesel e outros derivados do petróleo.

Fatores como a geografia, o clima e a economia determinam o óleo vegetal de maior interesse para uso potencial nos biocombustíveis. Assim, nos Estados Unidos, por exemplo, o óleo de soja é considerado como matéria-prima primordial e, nos países tropicais, é o óleo de palma. Dentre as matérias-primas

incluem-se os óleos de palma, soja, algodão e mamona, além dos óleos de menor produção como o de babaçu (KNOTHE, 2002). Na Malásia a partir do óleo de palma, na Alemanha, o óleo de colza é utilizado na produção de biodiesel, o qual é distribuído de forma pura, isento de qualquer mistura e no Brasil utiliza-se soja, milho, amendoim, algodão, babaçu e palma.

A maior parte do biodiesel atualmente produzido no mundo deriva do óleo de soja, utilizando metanol e catalisador alcalino (CANAKCI et al, 2001), porém, todos os óleos vegetais, enquadrados na categoria de óleos fixos ou triglicerídeos, podem ser transformados em biodiesel (ENCINAR et al, 1999).

O biodiesel é um combustível renovável é uma alternativa aos combustíveis tradicionais, obtidos através do petróleo. Sua utilização traz uma série de vantagens ambientais, econômicas e sociais. Em termos ambientais, uma das mais expressivas vantagens trazidas pelo biodiesel refere-se à redução da emissão de gases poluentes. Estudos realizados pela Universidade de São Paulo demonstram que a substituição do óleo diesel mineral pelo biodiesel resulta em reduções de emissões de 20% de enxofre, 9,8% de anidrido carbônico, 14,2% de hidrocarbonetos não queimados, 26,8% de material particulado e 4,6% de óxido de nitrogênio (MEIRELLES, 2003).

Outra vantagem econômica é a possibilidade de redução das importações de petróleo e diesel refinado. Segundo estatísticas da Agência Nacional do Petróleo (ANP), o consumo brasileiro de óleo diesel apresentou um crescimento acumulado de 42,5%, no período de 1992 a 2001. Para suprir a demanda crescente, foi necessário aumentar o volume importado do combustível, de 2,3 milhões de m³, em 1992, para 6,6 milhões de m³, em 2001. É importante destacar que, em 1992, 8,5% do consumo brasileiro de óleo diesel era suprido via importações. Em 2001, essa participação já havia saltado para 16,5%. De acordo com a ANP, cada 5% de biodiesel misturado ao óleo diesel consumido no País representa uma economia de divisas de cerca de US\$ 350 milhões/ano (MEIRELLES, 2003).

O aproveitamento energético de óleos vegetais e a produção de biodiesel são também benéficos para a sociedade, pois gera postos de trabalho, especialmente no setor primário. Outro aspecto positivo de sua utilização refere-se ao aumento da oferta de espécies oleaginosas, que são um importante insumo para a indústria de alimentos e ração animal, além de funcionarem como fonte de nitrogênio para o solo.

As desvantagens do Biodiesel são a maior viscosidade em relação ao diesel mineral, o que pode causar problemas na injeção do combustível. Outra desvantagem relaciona-se a alterações na potência dos motores. Estudos da Petrobrás indicaram uma redução de 4% na potência de um motor de quatro cilindros. Outra possível desvantagem refere-se ao custo de produção do biodiesel em relação ao óleo diesel. Segundo a Associação da Indústria de Óleos Vegetais (ABIOVE), o custo do biodiesel produzido a partir de etanol e óleo de soja pode variar entre R\$ 1,25 e R\$ 1,76. Atualmente, o preço médio ao consumidor final do óleo diesel mineral é de R\$ 1,45/litro, no estado de São Paulo. No entanto, ainda são necessários mais estudos de viabilidade econômica do biodiesel, considerando diferentes matérias-primas e as especificidades regionais (MEIRELLES, 2003).

No Brasil, a soja representa mais de 95% da produção de oleaginosas e cerca de 90% da produção de óleo vegetal. Portanto para desenvolver um programa de biodiesel em grande escala deve-se necessariamente pensar num projeto baseado nessa matéria-prima. É importante levar em conta também a grande variação dos preços dos produtos agrícolas, que é bem mais acentuada que a dos preços de diesel de petróleo (MEIRELLES, 2003).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. L.; JUQUEIRA, A. M. R. Produção de hortaliças em sistema orgânico, agricultura familiar e segurança alimentar no Brasil. **Revista Sociedade e Desenvolvimento Rural**, Brasília, v. 5, n.1, p. 1-15, 2011.

ALTIERI, M. **Agroecologia, a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 3. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p.18 (Síntese Universitária, 54).

AMARAL, M. B. **Comercialização de produtos orgânicos**. Curitiba: [s.n.], 1996. 14 p. ms.

AMARAL, D. F. **Desmistificando o Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel**. A visão da indústria brasileira de óleos vegetais. São Paulo: ABIOVE, 2009.

BEBER, J. A. C. **Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais**, Agudo, RS. 1989. 295f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Curso de Pós-graduação em Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria, 1989.

BELLON, S.; ABREU, L. S; Formes d'organisation de maraîchers biologiques périurbains de São Paulo. **Cahiers D'études Et De Recherches Francophones /Agricultures**, v. 14, n. 1, p. 144-148, 2005.

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo: SBPC, v. 60, n. 3, p. 20-29, 2008.

BILICH, F., DA SILVA, R. Análise multicritério da produção de Biodiesel. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 13., 2006, Bauru, São Paulo. **Anais...** Bauru, SIMPEP, 2006. p.1-13.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Lula inaugura fábrica de biodiesel no NE e afirma que governo vai assegurar compra do produto**. Disponível em: <<http://w.mda.gov.br/index.php?ctuid=6924&scid=134>>. Acesso em: 9 ago. 2011.

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

CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agrossistemas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1997-1985, 2004.

CANAKCI, M.; VAN GERPEN, J. Biodiesel production from oils and fats with high free fatty acids. **Trans. ASAE**, v. 44, p. 1429-1436, 2001.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável. Perspectivas para uma nova extensão rural. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.1, n.1, p.16-37, 2000.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: enfoque científico e estratégico. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 13-16, 2002.

CARMO, M. S. do. A agricultura sustentável e produção familiar num contexto de reestruturação do sistema agroalimentar. **Revista da Associação Brasileira de Reforma Agrária**, Brasília, v. 25, n. 2-3, p. 114-127, 1995.

CARMO, M. S.; COMITRE, V. Evolução do balanço energético nas culturas de soja e milho no estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIEDADE RURAL, 29, 1991, Campinas. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Economia Rural, 1991. p. 131-49.

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.

CASSEL, G. Agricultura familiar: escolhas e desafios. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 30 jul. 2007. Tendências/Debates, p.a3.

CASTANHO FILHO, E. P.; CHABARIBERY, D. Perfil energético da agricultura paulista. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 30, n. 1-2, p. 63-115, 1983.

COMITRE, V. A questão energética e o padrão tecnológico da agricultura brasileira. **Informações Econômicas**, v. 25, n. 12, p. 29-35, 1995.

COULATE, T. P. **Alimentos: A química de seus componentes**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

DEL GROSSI, M. E.; SILVA, J. G.; **O novo rural: uma abordagem ilustrada**. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Londrina, 2002. v.1.

DEL MORI, C. **Mensuração do desempenho produtivo de unidades de produção agrícola considerando aspectos agroeconômicos e agroenergéticos**. 1998. 65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

DURÂES, F. O. M. Agroenergia para o Biodiesel. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 1, n. 1 p. 118-126, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Plantio de oleaginosas para produção de biodiesel como estratégia de adaptação às mudanças climáticas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Solos**, Rio de Janeiro. RJ, n. 157, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Eficiência energética comparada das culturas do girassol e soja, com aptidão para a produção de biodiesel no Brasil. **Seropédia**, RJ, v. 25, 2008.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia de produção de soja**: região Central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 220 p.

EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rn. Natal, RN. **Sistema de Produção** – Recomendações técnicas para o cultivo do girassol, v. 1, p. 15-25, 2009.

ENCINAR, J. M.; GONZALEZ, J. F.; RODRIGUEZ, J. J.; TEJEDOR, A. Biodiesel fuels from vegetable oils: transesterification of *Cynara cardunculus* L. oils with ethanol. **Energy and Fuel**, v. 16, p. 443–450, 2002.

ENCINAR, J. M.; GONZÁLEZ, J. F.; SABIO, E.; RAMIRO, M. J. Preparation and properties of biodiesel from *Cynara cardunculus* L. oil. **Industrial and Engineering Chemistry Research**, v. 38, n. 8, p. 2927-2931, 1999.

FAO. Organização das Nações Unidas Para Agricultura e Alimentação. **Boas práticas agrícolas**. Disponível em: <<http://www.rlc.fao.org/pr/agricultura/bpa/docfao.htm>>. Acesso em: 18 out. 2011.

FAULIN, E. J. ; AZEVEDO, P. F. **Distribuição de hortaliças na agricultura familiar**: uma análise das transações. Informações Econômicas, SP, v. 33, n. 11, 2003.

GUERRERO, J. S. J. Dimensão teórica da energia, economia e sociedade: integração no desenvolvimento da humanidade. **Revista Economia Rural**, v. 25, n. 3, p. 293-301, 1987.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS, 2000. 653p.

HAAS, M. J.; SCOTT, K. M.; ALLEMAN, T. L.; MCCORMICK, R. L. Engine performance of biodiesel fuel prepared from soybean soapstock: a high quality renewable fuel produced from a waste feedstock. **Energy & Fuels**, v. 15, p. 1207-1212, 2001.

HARTEN, B. Uso de centrifugas para los procesos de biodiesel. **Aceites & Grasas** , v. 13,p. 98-105, 2003.

HERRERA, C. G. Fatty acid methyl esters fuel composition. Economic, ecological and energy. **Grasas y Aceites**, v. 46, p. 121-129, 1995.

INCRA/FAO. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária/Organização para a Agricultura e a Alimentação. 2000. **Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto**. Brasília, DF, Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 1995-2004**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Nota Técnica IparDES, **Desenvolvimento rural sustentável a partir da agroecologia e da agricultura orgânica**: o caso do Paraná. Curitiba, n. 8. 2010.

KNOTHE, G. Perspectivas históricas de los combustibles diesel basados em aceites vegetales. **Revista A&G**, Tomo XII, n. 2, p. 222-226, 2002.

LIMA, P. C. R. **O biodiesel no Brasil e no mundo e o potencial no estado da Paraíba**. Maio, 2007. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1430/biodiesel_paraiba_lima.pdf?sequence=1>. Acesso em: 26 jan.2011.

LOPES, P. V. L.; MARTINS, M. C.; TAMAI, M. A.; OLIVEIRA, A. C. B. de.; CARVALHO, C. G. P. de. **Produtividade de genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. (Comunicado Técnico, 208).

LUE, Y. F.; YEH, Y. Y.; WU, C. H. J. The emission characteristics of a small DI diesel engine using biodiesel blended fuels. **J. Environ. Sci. Health, Part A – Toxic/Hazard. Subst. Environ. Eng.**, v. 36, p. 845-859, 2001.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Carta agrícola. **Revista de política agrícola**, n. 1. p. 56-75. 2002. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/html/revistapagricola/revista02.htm>>. Acesso em: 8 nov. 2011.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Hortifrutigranjeiros**. 2009. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 08 out. 2011.

MEIRELLES. F. S. **Viabilidade de utilização de óleo vegetal: Biodiesel**. Brasília, 2003.

MONYEM, A.; VAN GERPEN, J. H. The effect of biodiesel oxidation on engine performance and emissions. **Biomass & Bioenergy**, v. 20, p. 317-325, 2001.

MOREIRA, M. G. Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2011/12. SEAB – PR. **Olericultura**. Departamento de Economia. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná. 2011.

NOZOMU, M.; WERITO, F.M. O rei das hortaliças. **Revista Cultivar Hortaliças e frutas**, Ed. Especial, p. 28-32, 2004.

NUNES. S. P. Produção e consumo de óleos vegetais no Brasil. Departamento de Estudos Sócio- Econômicos Rurais (Deser). **Boletim**, n. 159, 2007.

OLIVEIRA, A. Energia e sociedade. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 29, p. 30-38, 1987.

PASSINI, J. J. Redes de propriedades de referência. In: IAPAR. **Enfoque Sistêmico em P&D: a experiência metodológica do IAPAR**. Londrina, 1997. IAPAR. (Circular, 97).

PEREIRA, V. C.; AMABILE, R. F.; CARVALHO, C. G. P. de; BARBOSA, F. de S.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. Girassol em safrinha no Cerrado do Distrito Federal: desempenho de genótipos em 2006. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília, DF.

Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais: **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.

PIMENTEL, D. **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC.Press, 1980. p.25-26.

RAMOS, L. P.; COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F. Produção de biocombustíveis alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, v. 23, n. 4, p. 531-537, 2000.

RIVALDO, O. F. **Energia na agricultura**. In: LEVON, Y. (Org.) Pesquisa agropecuária, questionamentos, consolidação e perspectivas. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1988. p. 267-268.

ROCHA, M. A. M. Plano estratégico de desenvolvimento da agricultura capixaba. Vitória. ES. 2007

SEAB-DERAL PR. **Produção de hortaliças no Paraná**. Curitiba. Secretária da Agricultura e Abastecimento do Paraná. 2007.

SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO DO CEARÁ (**SEAGRI**). Agricultura Familiar 2004. Disponível em:<**Erro! A referência de hyperlink não é válida.**>. Acesso em: 26 out. 2011.

SIQUEIRA, R.; GAMERO, C. A. BOLLER, W. Balanço de energia na implantação e manejo de plantas de cobertura do solo. **Eng. Agrícola**, v. 19, n. 1, p. 80-90, 1999.

SILVA, S. R. **Comercialização de hortifrutigranjeiros: Análise do setor atacadista e varejista de Imperatriz**. 2009. 35f. (Monografia). UEMA/CESI - Universidade Estadual do Maranhão, Imperatriz, 2009.

TABOSA, F; SILVA D. M. Análise econométrica do mercado de tomate no estado do Ceará: 1980 -2000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46, 2008, Rio Branco (Acre). **Anais...** Rio Branco (Acre): SOBER, 2008. Disponível em: <www.sober.org.br/palestra/12/01P048.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2011.

VIDAL, J. W. B. Civilização dos trópicos: uma resposta à barbárie. **Ver. Humanidade**, v. 5, n. 16, p. 6-12, 1988.

VIEIRA. A. C; VASCONCELOS. V. M; SILVA. P. C. G. DA; OLIVEIRA. R. P. S; SILVA. G. F. Winterização do óleo de soja associado à degomagem para produção de biodiesel. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 4 e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010.p. 1933-1938.

VILELA, N. J. ; BORGES, I. O. **Retrospectiva e situação atual da cenoura no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. (Circular Técnica, 59).

VILELA, N. J.; HENZ, G. P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. **Cadernos de Ciências e Tecnologia**, v. 17, p. 71-89, 2000.

USDA - Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpp.usda.gov/default.htm>>. Acesso em: 8 abr. 2011.

WEHRMANN, M. E. S. de F.; VIANNA, J. N. de S.; DUARTE, L. M. G. Biodiesel de Soja: Política Energética, Contribuição das Oleaginosas e Sustentabilidade. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade, 3, 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: ANPPAS, 2006. p. 1-21.

3 ARTIGO 1

BALANÇO ENERGÉTICO DE OLEAGINOSAS PRODUZIDAS PELA AGRICULTURA ORGÂNICA FAMILIAR

RESUMO: O balanço energético das oleaginosas permite constatar as entradas e saídas de energia no processo de produção, sendo condicionante importante para verificar os gastos energéticos da propriedade. A determinação dos melhores métodos para o sistema de produção agrícola depende da análise das condições ambientais para a cultura e da eficiência energética, quando as entradas de energia forem realizadas com critérios e na quantidade recomendada para cada cultura. Um condicionante importante para avaliar a sustentabilidade do meio ambiente e da rentabilidade do produtor agrícola a longo prazo é o balanço energético. O presente trabalho caracteriza e analisa os balanços energéticos da típica produção de oleaginosas pela agricultura familiar orgânica, estimando a sua viabilidade econômica e energética da produção. Pretende-se referenciar estudo de demanda energética e de produção de biocombustíveis. Identificou-se os sistemas de produção mais adotados em determinada realidade fundiária, estimando-se o balanço energético dos principais produtos do sistema orgânico. As entradas e saídas de energia das operações agrícolas foram calculadas pelo poder calorífico do material envolvido em cada etapa de produção. A eficiência energética foi obtida pelo índice entre a quantidade de energia total de saída e o consumo total de energia durante o processo produtivo. A Metodologia consistiu na transformação de todos os coeficientes técnicos em unidades de energia ou unidades calóricas (Kcal). A contabilidade energética de cada cultura compreendeu a fase do plantio até a colheita. Foram obtidas as médias de entrada e saída de energia das culturas da soja e do girassol e estimou-se a renda bruta anual da produção de cada propriedade e sua viabilidade econômica. O balanço energético da do girassol foi de 2,09 calorias, o total de entradas de energia da produção de girassol em 1 hectare foi de 466.868 Kcal, com produção de 1.800 kg ha⁻¹ e renda bruta R\$ 3.7000,00. Na cultura da soja o balanço energético foi de 1,37 calorias, com total de entradas de energia médio de 901.979 kcal com produção de energia 1.232.000 kcal na colheita. Os componentes que contribuíram com maior gasto calórico foram os serviços manuais e mecânicos. O balanço energético da soja e do girassol foi positivo, mas não oferecem a possibilidade de obter grandes quantidades de energia renovável pela agricultura familiar atualmente. Ainda é necessária muita pesquisa, tanto na tecnologia agrônômica de produção quanto no desenvolvimento de novas variedades adaptadas para a finalidade energética.

Palavras-chave: Calorias. *Glycine max.* *Helianthus annuus.* Produtor rural.

ABSTRACT: The energy balance of oilseeds allows you to see the inputs and outputs of energy in the production process, being important to verify the condition's energy spending property. The determination of the best methods for agricultural production system depends on the analysis of environmental conditions for culture and energy efficiency when energy inputs are performed using criteria and the

recommended amount for each crop. A major constraint to assess the environmental sustainability and profitability of the farmer's long-term energy balance. The present paper characterizes and analyses the energy balances of the typical production by organic family agriculture, estimating its economic viability and energy production. Intended to refer to the study of energy demand and biofuel production. We identified the production systems adopted. Identified the production systems adopted in agrarian reality, estimating the energy balance of the main products of the organic system. The inputs and outputs of energy from agricultural operations were calculated using the calorific value of the material involved in every step of production. Energy efficiency was obtained by index between the amount of total energy output and total energy consumption during the production process. The methodology consisted in transforming all technical coefficients in units of energy, or calories (Kcal). The average input and output energy of soy and sunflower crops and estimated annual gross income from the production of each property and its economic viability. The energy balance of the sunflower was 2.09 calories, total power inputs of sunflower production in 1 hectare was 466,868 Kcal, with production of 1,800 kg ha⁻¹ and gross income \$.00 3.7000. In soybean culture was energy balance, with 1.37 calories total entries average energy with energy production 901,979 kcal, 1,232,000 kcal energy production at harvest. The components that contributed to greater caloric expenditure were manual and mechanical services. The energy balance of soybean and sunflower was positive, but do not offer the possibility of obtain large amounts of renewable energy from agriculture family today. Although much research is needed both in production technology and in agronomic development of new varieties adapted for energy purposes.

Keywords: Calories. Farmer. *Glycine max.* *Helianthus annuus.*

3.1 INTRODUÇÃO

A agricultura tem se desenvolvido baseada na utilização intensiva de máquinas agrícolas, conseqüentemente utilizando combustíveis fósseis. Um fator de estrangulamento muito forte no consumo energético geral tem sido a utilização massiva de fertilizantes derivados do petróleo nos agroecossistemas. Estudos de Balanços Energéticos visam à determinação de pontos de estrangulamento energético fundamentando a busca por tecnologias que poupam energia, especialmente aquelas de origem fóssil (CARMO et al., 1988; CARMO & COMITRE, 1991).

Objetivo do balanço energético é estabelecer fluxos de energia, identificando a demanda total e eficiência, refletida pelo ganho líquido e pela relação de saída e de entrada. Nesse processo, quantificam-se todos os insumos utilizados e produzidos que são transformados em unidades de energia. As estimativas dos

balanços de energia e de eficiência energética são importantes instrumentos no monitoramento da agricultura ante o uso de fontes de energia não renováveis (SIQUEIRA et al., 1999; BUENO et al., 2000).

O balanço energético da produção de oleaginosas permite a racionalização do uso de energia, pois identifica em quais etapas do processo produtivo o consumo de energia é maior visando à adoção e/ou o aperfeiçoamento de tecnologias já existentes, desta maneira reduz os custos de produção agrícola.

Plantas oleaginosas são vegetais que possuem óleos e gorduras que podem ser extraídos através de processos adequados. Sendo muito consumida pelos seres humanos e animais e também são utilizadas como matéria-prima para produção de Biodiesel.

O girassol é uma oleaginosa de grande importância na alimentação de pessoas e animais, devido as suas sementes e forragem de elevado valor protéico e calórico, tortas usadas na silagem, além de serem ricos em vitamina E. Atualmente também pode se produzir biodiesel a partir do seu óleo, tornando-se uma excelente fonte de energia renovável.

O óleo de soja é o mais utilizado pela população mundial no preparo de alimentos. Também é extensivamente usado em rações animais. Outros produtos derivados da soja incluem óleos, farinha, sabão, cosméticos, resinas, tintas, solvente e biodiesel.

A maior parte da energia consumida no mundo provém de petróleo, carvão e gás natural, que são fontes limitadas. É de grande importância a busca por novas fontes de energia, renováveis. O balanço energético é o parâmetro mais adequado para definir a viabilidade técnica e a sustentabilidade de um programa de agroenergia, ao estabelecer a relação entre o total de energia contida no biocombustível e demais derivados de uma determinada matéria-prima.

Poucos são os trabalhos existentes no Brasil sobre conversão e balanço energético da produção das culturas do girassol e da soja no sistema orgânico.

O presente trabalho tem por objetivo realizar balanço energético da produção de oleaginosa pela agricultura orgânica familiar, visando estimar sua viabilidade e referenciar os estudos de demanda de energética e de produção de biocombustíveis deste setor.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na região de Londrina com agricultores familiares orgânicos de oleaginosas. As informações que constam no trabalho foram dadas pelos produtores rurais orgânicos em suas respectivas propriedades no período de 2009/2010.

Foram avaliados os sistemas agrícolas para obtenção de determinada produção, a contabilidade energética de cada cultura compreendeu da fase do até a colheita.

Nas propriedades visitadas, foram observados sistemas de produção de culturas de subsistência, criação de bovinos de leite à base de pasto, tendo bastante diversidade de produção. As culturas de maior ocorrência e rentabilidade e foram a soja e o girassol entre as oleaginosas.

Para realizar o balanço energético utilizou-se a análise energética, com suas respectivas entradas e saídas do sistema.

A metodologia consistiu na transformação de todos os coeficientes técnicos em unidades de energia ou unidades calóricas.

Não foram avaliadas as entradas de energia solar nos sistemas. Todos os insumos, materiais e serviços foram transformados em unidade de medida de energia (Quilocaloria – 1 kcal= 1.000 cal), por ser de fácil compreensão.

Os valores energéticos adotados abaixo foram baseados em Souza (2006). Os valores adquiridos para o balanço energético das culturas podem ser menores que 1 indicando um balanço negativo, onde a energia gerada na forma de produtos foi menor do que aquela consumida no processo produtivo. Quando o valor for igual a 1, isto indica que o balanço é nulo, ou seja, a energia gerada na forma de produtos foi igual à consumida no processo produtivo; o balanço é positivo quando o valor é maior que 1, indicando que a energia gerada na forma de produtos foi maior que a consumida no processo produtivo.

Os valores energéticos adotados para o trabalho foram dos dados fornecidos por Pimentel (1980), Ferraro Junior (1999), Souza (2006), Gliessman (2000), Mello (1989), Lima (2005), Fragoso e Coelho (2004) e Ministério de Minas e Energia (2005).

A pesquisa das informações e visitas as propriedades foram realizados e permitiu estimar as saídas de energia através da colheita de cada

cultura, possibilitando relacionar com as entradas de energia (insumos, serviços e equipamentos), visando compor o balanço energético. Na quantificação energética das entradas e das saídas, todos os indicadores físicos e coeficientes técnicos foram transformados para seus respectivos equivalentes em quilocalorias (Kcal).

São poucas as referências bibliográficas sobre valores calóricos de insumos, materiais, produtos, serviços e respectivos valores calóricos. Adotou-se dados fornecidos por Pimentel (1980) para entradas e saídas de energia nos sistemas de produção e por Ferraro Júnior (1999) e Souza (2006).

Os produtores de oleaginosas foram numerados de 1 a 5 para melhor compreensão do trabalho. Foi estimada a renda bruta por hectare de cada propriedade.

A propriedade analisada do produtor 1, possui uma área total de 10,8 ha a mão de obra é familiar (2,5 EqH), a produção na propriedade é bem diversificada, os tratamentos culturais são totalmente orgânicos. A propriedade possui gado de leite, que fornece esterco para compostagem. Os produtos são vendidos na feira do produtor realizada na região de Mandaguari.

O produtor 2 possui área total de 10,6 ha, dos quais 7,0 hectares são plantados com soja orgânica, mão de obra 4 EqH, vende para cooperativa a produção. O produtor 3 possui uma área total de 15,0 hectares. A mão de obra é exclusivamente familiar sendo 4 EqH (equivalente Homem) a propriedade possui hortaliças, leguminosas e oleaginosas. A comercialização é realizada nas cooperativas e mercados.

O produtor 4, possui uma área total de 9,0 hectares, produção é diversificada, a soja é cultivada com o auxílio da família sendo 3,50 EqH. O último produtor 5 reside na região de Londrina em uma área total de 7,5 ha. A mão de obra empregada na propriedade é familiar (2,6 EqH) a comercialização da produção é feita na cooperativa.

Para a determinação do consumo energético da produção de soja e girassol foram calculados valores para mão de obra, sementes, composto orgânico, máquinas e equipamentos, combustíveis, eletricidade.

Os insumos utilizados são os compostos orgânicos e esterco de galinha e de gado. O composto orgânico é formado pela diversidade de matérias encontradas na propriedade como restos de palhadas e esterco de animais.

O sistema de produção de composto foi baseado na confecção de montes de compostos capaz de produzir composto pronto a 50% de umidade. Este tem sido o teor médio de umidade com qual se tem realizado as adubações de plantio.

Segundo Pimentel et al.(1984), citado por Ferraro Júnior (1999), para o esterco de gado adotou-se o valor de 15 kcal Kg⁻¹ e o valor de 30 kcal kg⁻¹ para o esterco de galinha, independente de sua umidade.

A metodologia empregada para os custos energéticos de compostos orgânicos foi estimada com base em Souza (2006). Foi calculada toda a demanda energética consumida na forma de insumos, mão de obra, obteve-se valores diferentes do total de composto e o custo por toneladas para cada propriedade.

A energia despendida pelo trabalho humano é obtida conforme o esforço físico necessário para atividade (roçar, capinar, irrigar, etc) a qual relaciona a quantidade de horas trabalhadas em um hectare com o índice energético. Os calculados dos gastos calóricos das diversas atividades executadas foram obtidos por estimativa proporcional ao esforço necessário de cada atividade (2.400 Kcal dia⁻¹ ou 300 kcal hora⁻¹), valor sugerido Souza e Resende (2006).

A mão de obra empregada nas diversas atividades agrícolas como preparação do solo, a colheita e outras, foi expressa em D/H (Dia/Homem). Um dia-homem equivale a uma jornada de trabalho de oito horas.

As sementes de girassol e de soja tiveram custos energéticos calculados pelo valor financeiro em relação à matriz energética, segundo Mello (1989). O valor energético da moeda foi obtido através do consumo de energia primária (Kcal) dividido pelo PIB (Produto Interno Bruto, em Reais) no ano de 2010. O valor obtido foi multiplicado pelo preço da semente, determinando o custo energético da semente do girassol e da soja. Em 2010, o PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro foi de R\$ 3.675 x 10⁶ e o consumo final energético segundo Balanço Energético Nacional (BEN) 2011, ano base 2010 foi de 2.409.490.000 x 10⁶ Kcal.

O valor energético obtido da moeda brasileira no ano de 2010 foi de 655,6 Kcal Real⁻¹. Sendo assim o custo energético da semente de girassol foram compradas pelo valor de R\$ 12,00 o kg, sendo assim, o custo energético da semente é 7.987 kcal kg⁻¹. As sementes de soja custam R\$ 2,40 por kg, o custo energético é 1.573,44 kcal kg⁻¹.

A adubação no sistema orgânico busca não apenas a nutrição da planta, mas sobre tudo a melhoria da alimentação do solo e do sistema.

O fornecimento do nitrogênio é feito através do composto orgânico e esterco. Para suprir o potássio utiliza-se esterco de animais e cinza vegetal.

Foi adotada pelos agricultores a prática de adubação verde para melhor produção das cultivares, incluído o adubo verde como a mucuna preta, ervilhaca peluda, nabo forrageiro, aveia e centeio e outras.

Para o manejo de ervas foram feitos corredores de refúgios entre os cultivos, dentro dos plantios foi realizada a capina para evitar a competição entre as ervas e as culturas de interesse comercial. Nas entrelinhas do plantio deixou-se fina faixa de vegetação.

Empregou-se em algumas propriedades a prática da alternância das culturas, por meio da sucessão vegetal e rotação de culturas.

A energia fóssil como o óleo diesel utilizado nas propriedades, foi transformada em unidades calóricas. Segundo o Ministério de Minas e Energia (2005), óleo Diesel com densidade de 840 kg m^{-3} ou $0,84 \text{ kg L}^{-1}$ e PCI (poderes calóricos inferiores) $10.100 \text{ kcal kg}^{-1}$ ou $8.484 \text{ kcal L}^{-1}$. PCI é a quantidade de energia interna contida no combustível, em kcal, que desprende de 1 kg quando há sua combustão completa, quanto mais alta for o poder calorífico, maior será a energia contida.

Os valores da energia elétrica (kWh) variam muito de acordo com cada bibliografia. Nas publicações internacionais os valores são de $859 \text{ kcal kWh}^{-1}$ até $2.863 \text{ kcal kWh}^{-1}$ segundo Cervinka (1980) e Pimentel (1980), respectivamente. No Brasil a partir da edição 2003 do BEN (Balanço Energético Nacional) passou a adotar critérios internacionais mais usuais de conversão das unidades comerciais de energia em unidades comum de referência. Os fatores de conversão passaram a ser determinados com base nos poderes calóricos inferiores das fontes de energia, para energia hidráulica e eletricidade passaram a serem considerados os coeficientes de equivalência teórica, $860 \text{ kcal kWh}^{-1}$, onde $1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$ segundo o primeiro princípio da termodinâmica (BEN, 2011).

Para a determinação da energia agregada nos serviços mecânicos (maquinas e equipamentos) é empregado o método de depreciação energética proposto por Doering III (1980), discutido em Ferraro Junior (1999).

Adotou-se para os serviços mecânicos valores calculados por Ferraro Júnior (1999), como a soma da energia indireta dos desgastes dos materiais, o número de horas médio de cada operação, a energia gasta pelo trabalhador e o consumo do combustível. Os valores sugeridos para aração de 1 ha foi de 136.010 Kcal, gradagem 47.976kcal, colheita 168.463Kcal e semeadura 31.500 kcal.

No **anexo A**, estão os valores energéticos adotados para este trabalho e no **anexo B**, consta uma tabela de conversão de unidades de medidas de energia.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os custos energéticos dos compostos orgânicos foram estimados com base em Souza (2006).

Segundo Pimentel et al.(1984), citado por Ferraro Júnior (1999), para o esterco de gado e restos culturais adotou-se o valor de 15 kcal Kg⁻¹ e o valor de 30 kcal kg⁻¹ para o esterco de galinha, independente de sua umidade. Pra o óleo diesel adotou-se dados do Ministério de Minas e Energia (2005).

A compostagem transforma materiais grosseiros, como palhada e estrume, em matérias orgânicas utilizáveis na agricultura. Cascas de alimentos, esterco animais, aparadas grama, folhas saudáveis, galhos, restos de culturas saudáveis entram na produção do composto.

A tabela 3.1 apresenta a demanda energética consumida na forma de insumos e mão de obra, os valores calóricos e o total do custo por tonelada do composto. O gasto total com mão de obra de 11 D/H (Dia/Homem) para obtenção de 750 kg de compostos gastou 467.963 calorias, o custo total por tonelada de composto orgânico do produtor 1 foi de 623,91 kcal.

Tabela 3.1 - Custos energéticos da produção de composto orgânico com 50% de umidade da propriedade nº 1.

INSUMOS:		VALORES	
Esterco de gado como inoculante da pilha		10.000	Kg
Esterco de galinha como inoculante da pilha		6.000	Kg
Óleo diesel (transporte)		4	L
Restos culturais		4.000	Kg
MÃO DE OBRA:			
Confecção, manejo, transporte dos restos culturais		5	D/H
Roçada e trituração manual dos restos culturais		3	D/H
Reviramentos		2	D/H
Irrigações		1	D/H
VALORES CALÓRICOS			
Esterco de galinha ¹		30	Kcal kg ⁻¹
Esterco de gado ¹		15	Kcal kg ⁻¹
Óleo diesel ²		8.484	Kcal litro ⁻¹
Mão de obra (500 kcal por hora) ¹		4.000	Kcal dia ⁻¹
Restos culturais ¹		15	Kcal kg ⁻¹
TOTALIZAÇÃO E CUSTOS ENERGÉTICOS:			
Discriminação	Quantidade		Calorias
Esterco de gado	10.000	Kg	150.000
Esterco de galinha	6.000	Kg	180.000
Óleo diesel	4	L	33.936
Restos culturais	4.000	Kg	60.000
Mão de obra	11	D/H	44.000
Total compostos- 3m³ (50% umidade)	750	Kg	467.936
Custo por ton.	623,91	Kcal	

Fonte: ¹ Pimentel (1984) citado por Ferraro Junior (1999), ² Ministério (2005).

Com a utilização de compostos a partir resíduos orgânicos, a propriedade agrícola, melhora suas áreas, tornando-as mais férteis e sustentáveis, através do aproveitamento dos resíduos animais e vegetais, que muitas vezes eram desperdiçados pelo agricultor. A compostagem dos resíduos orgânicos saudáveis é aproveitada e utilizada na agricultura torna o solo rico em matéria orgânica, reciclando os nutrientes, tornando possível uma recuperação ampla do aspecto do solo, minimizando os gastos da propriedade.

A utilização do composto orgânico nas adubações esta sendo adotada pelos produtores orgânicos, a adubação produz múltiplos efeitos sobre o solo e as plantas cultivadas e reduz os gastos de energia.

Na tabela 3.2 verifica-se um gasto total com mão de obra de 39 Dia/Homem para obtenção de 1.125 kg de compostos, o custo total foi de 1.094,08 kcal.

Tabela 3.2 - Custos energéticos da produção de composto orgânico com 50% de umidade da propriedade nº 2.

INSUMOS:		
Esterco de gado como inoculante da pilha	30.000 Kg	
Esterco de galinha como inoculante da pilha	10.000 Kg	
Óleo diesel (transporte)	10 L	
Restos culturais	16.000 Kg	
MÃO DE OBRA:		
Adução, manejo e restos culturais	8 D/H	
Roçada e trituração manual dos restos culturais	20 D/H	
Reviramentos	3 D/H	
Irrigações	8 D/H	
VALORES CALÓRICOS:		
Esterco de galinha ¹	30 Kcal kg-1	
Esterco de gado ¹	15 Kcal kg-1	
Óleo diesel ²	8.484 Kcal litro -1	
Mão de obra (500 kcal por hora) ¹	4.000 Kcal dia-1	
Restos culturais ¹	15 Kcal kg-1	
TOTALIZAÇÃO E CUSTOS ENERGÉTICOS:		
Discriminação	Quantidade	Calorias
Esterco de galinha	10.000 Kg	300000
Esterco de gado	30.000 Kg	450.000
Óleo diesel	10 L	84.840
Restos culturais	16.000 Kg	240.000
Mão de obra	39 D/H	156.000
Total compostos- 4,5m ³ (50% umidade)	1.125 Kg	1.230.840
Custo por ton.	1.094,08 Kcal	

Fonte: ¹ Pimentel (1984) citado por Ferraro Junior (1999) ² Ministério (2005).

A confecção de montes de composto orgânico com 5 m³, desde a montagem até a obtenção do composto pronto o rendimento foi de 1.250kg a 50 % de umidade.

O gasto total com mão de obra da propriedade 3 foi de 34 D/H (Dia/Homem) para obtenção de 1.250 kg de compostos, o custo total por tonelada de composto orgânico do produtor foi de 1.028,67 kcal.

O custo energético dos insumos, mão de obra empregada para obter a compostagem e os valores calóricos do esterco de gado, da mão de obra e dos restos culturais estão na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Custos energéticos da produção de composto orgânico com 50% de umidade da propriedade nº 3.

INSUMOS:		
Esterco de gado como inoculante da pilha	27.000	Kg
Esterco de galinha como inoculante da pilha	16.000	Kg
Óleo diesel (transporte)	10	L
Restos culturais	12.000	kg
MÃO DE OBRA:		
Adubação, manejo e restos culturais	10	D/H
Roçada e trituração manual dos restos culturais	15	D/H
Reviramentos	4	D/H
Irrigações	5	D/H
VALORES CALÓRICOS:		
Esterco de galinha ¹	30	kcal kg ⁻¹
Esterco de gado ¹	15	kcal kg ⁻¹
Óleo diesel ²	8.484	kcal litro ⁻¹
Mão de obra (500 kcal por hora) ¹	4.000	kcal dia ⁻¹
Restos culturais ¹	15	kcal kg ⁻¹
TOTALIZAÇÃO E CUSTOS ENERGÉTICOS:		
Discriminação	Quantidade	Calorias
Esterco de galinha	16.000 Kg	480000
Esterco de gado	27.000 Kg	405.000
Óleo diesel	10 L	84.840
Restos culturais	12.000 Kg	180.000
Mão de obra	34 D/H	136.000
Total compostos- 5m ³ (50% umidade)	1.250 Kg	1.285.840
Custo por ton.	1.028,67	Kcal

Fonte: ¹ Pimentel (1984) citado por Ferraro Junior (1999); ² Ministério (2005).

Pimentel e Burgess (1980) comprovaram que o aporte de insumos industrializados e mecanização, aumentaram sobremaneira o aporte de energia na cultura do milho, reduzindo o balanço energético. Estes resultados são similares àqueles relatados por Mello (1989), quando avaliou a eficiência energética de quatro sistemas de produção de milho em Santa Catarina. Foi verificado que a produção de

milho com adubo orgânico e colheita manual teve balanço energético de 6,61 calorias por unidade.

Ainda segundo Pimentel e Burgess (1980), no sistema com adubo mineral e colheita mecânica, os gastos de energia foram maiores, fazendo com que o balanço energético fosse reduzido para 4,55 calorias por unidade. Estes autores assim como outros trabalhos citados demonstram que utilizando composto orgânico como adubo nas propriedades ao invés dos adubos químicos os custos energéticos com insumos são mais baixos.

Segundo Silva (2008) os compostos orgânicos são mais completos que os fertilizantes convencionais, pois atuam no aspecto químico (assim como os adubos minerais), físico e biológico do solo (característica singular dos adubos orgânicos). Compostos orgânicos fornecem nutrientes para o solo, diminuindo a necessidade de adubos minerais, podendo diminuir o custo de produção e conseqüentemente tornar a propriedades mais lucrativas.

O trabalho realizado pelo Instituto de Economia Agrícola (2008) relata que no sistema convencional de produção os nutrientes colocados nas oleaginosas tiveram alto poder calorífico devido à presença de nitrogênio. O custo energético decorrente do uso dos nutrientes no sistema de plantio direto do girassol e do milho foram maiores do que o da soja, por ser uma leguminosa, fixa e aproveita o nitrogênio no solo. Milho e girassol exigem também percentuais mais elevados de adubos formulados no sistema de produção convencional. Especificamente no caso do girassol do Estado de São Paulo, sugere-se a substituição de fertilizantes químicos por adubos orgânicos e de origem animal, dado que grande parte desse cultivo destina-se à alimentação animal. Outra forma de reduzir a dependência de nutrientes de origem fóssil e diminuir os custos energéticos é a prática de rotação e/ou consórcio de leguminosas (IEA, 2008).

Na tabela 3.4 observa-se o gasto total com mão de obra do agricultor com a confecção do compostagem é de 42 D/H (Dia/Homem) para obtenção de 1.300 kg de compostos, o custo total por tonelada de composto orgânico foi de 934,47 kcal.

Tabela 3.4 - Custos energéticos da produção de composto orgânico com 50% de umidade da propriedade nº 4.

INSUMOS:		
Esterco de gado como inoculante da pilha	25.000	Kg
Esterco de galinha como inoculante da pilha	12.000	Kg
Óleo diesel (transporte)	12	L
Restos culturais	14.000	Kg
MÃO DE OBRA:		
Adução, manejo e restos culturais	12	D/H
Roçada e trituração manual dos restos culturais	18	D/H
Reviramentos	6	D/H
Irrigações	6	D/H
VALORES CALÓRICOS:		
Esterco de galinha ¹	30	kcal kg-1
Esterco de gado ¹	15	kcal kg-1
Óleo diesel ²	8.484	kcal litro -1
Mão de obra (500 kcal por hora) ¹	4.000	kcal dia-1
Restos culturais ¹	15	kcal kg-1
TOTALIZAÇÃO E CUSTOS ENERGÉTICOS:		
Discriminação	Quantidade	Calorias
Esterco de galinha	12.000 Kg	360.000
Esterco de gado	25.000 Kg	375.000
Óleo diesel	12 L	101.808
Restos culturais	14.000 Kg	210.000
Mão de obra	42 D/H	168.000
Total compostos- 5,2m ³ (50% umidade)	1.300 Kg	1.214.808
Custo por ton.	934,47	Kcal

Fonte: ¹ Pimentel (1984) citado por Ferraro Junior (1999); ² Ministério (2005).

A tabela 3.5 apresenta o gasto total com mão de obra foi de 41 D/H (Dia/Homem) para obtenção de 1.250 kg de compostos, o custo total por tonelada de composto orgânico do produtor 5 foi de 941,01 kcal.

Tabela 3.5 - Custos energéticos da produção de composto orgânico com 50% de umidade da propriedade nº 5.

INSUMOS:		
Esterco de gado como inoculante da pilha	35.000	Kg
Esterco de galinha como inoculante da pilha	7.000	Kg
Óleo diesel (transporte)	15	L
Restos culturais	10.000	kg
MÃO DE OBRA:		
Adução, manejo e restos culturais	11	D/H
Roçada e trituração manual dos restos culturais	20	D/H
Reviramentos	5	D/H
Irrigações	5	D/H
VALORES CALÓRICOS:		
Esterco de galinha ¹	30	kcal kg-1
Esterco de gado ¹	15	kcal kg-1
Óleo diesel ²	8.484	kcal litro -1
Mão de obra (500 kcal por hora) ¹	4.000	kcal dia-1
Restos culturais ¹	15	kcal kg-1
TOTALIZAÇÃO E CUSTOS ENERGÉTICOS:		
Discriminação	Quantidade	Calorias
Esterco de galinha	7.000 Kg	210.000
Esterco de gado	35.000 Kg	525.000
Óleo diesel	15 L	127.260
Restos culturais	10.000 Kg	150.000
Mão de obra	41 D/H	615
Total compostos- 5m ³ (50% umidade)	1.250 Kg	1.176.260
Custo por ton.	941,01	Kcal

Fonte: ¹ Pimentel (1984) citado por Ferraro Junior (1999) ² Ministério (2005).

3.3.1 Cultivo Orgânico do Girassol

A cultura do girassol é uma importante opção para diversificação de cultivos. Para o agricultor familiar, a inclusão do girassol no seu sistema de produção é uma medida fundamental, pois aumentam a renda da propriedade, reduz os riscos de produção, a diversificação de alternativas para a alimentação humana e animal, rotação de cultura e também amplia as opções no processo de comercialização, sendo fonte de matéria-prima para a produção de biocombustíveis.

O girassol é uma planta de qualidades excepcionais, o seu óleo vem sendo indicado para a produção de biodiesel. A planta inteira pode ser utilizada como forragem de excelente qualidade. Acrescenta-se a essas características, a sua importância econômica na qualidade de cultura melífera. O girassol proporciona

ainda melhorias na estrutura e fertilidade dos solos uma vez que possui sistema radicular profundo.

O aproveitamento da produção de girassol é quase que total, do grão pode extrair o óleo para uso na alimentação humana e animal, bem como na indústria química. O subproduto da extração do óleo, o farelo, é um excelente alimento para os animais da propriedade, com um teor de proteína que alcança 45%, também podem ser usados o caule e as folhas como silagem. Sendo uma ótima alternativa econômica viável para agricultura familiar, quando produzido em grande escala.

Os trabalhos encontrados sobre balanço energético na maioria são sobre culturas oleaginosas para produção do biodiesel. São poucos trabalhos sobre balanço energético da produção do girassol e da soja, a fim de auxiliar o produtor no processo produtivo, no monitoramento ante o uso de fontes de energia não renováveis e sobre adoção de novas técnicas e manejos agrícolas para economizar energia e reduzindo os custos de produção.

Em termos percentuais a soja tem um maior custo energético com o óleo diesel, o que é justificado pela proximidade do número de horas-máquina (4,55 e 4,78h/ha respectivamente), no caso do girassol o menor uso de horas-máquina (2,62h/ha) justifica o menor custo energético (IEA, 2008).

O balanço energético é de grande importância para se conhecer a viabilidade energética das culturas, pois se obtém a quantidade de energia que entra e sai do sistema, podendo-se obter ou não um saldo positivo. Este balanço pode ser maior ou menor para uma mesma cultura dependendo de fatores como mecanização, utilização de mão de obra, sistema de produção e tecnificação da lavoura como um todo, das condições edafoclimáticas, adaptabilidade a região e da produtividade.

Em diversos trabalhos o balanço energético do girassol foi positivo como o do Evangelista Junior (2009), Cordeiro (2009), Instituto Economia Agrícola (2008), EMBRAPA (2008), Gazzoni et al. (2005) e Araújo et al. (2007).

O balanço energético no modelo agro-industrial de pequena escala da produção de girassol mostrou-se positivo, tanto na etapa de produção do grão, obtendo-se razões de energia entre 883 kcal e 979,26 kcal, quanto na extração do óleo, obtendo-se razão de energia agregada de 334,38 kcal. A comercialização do óleo e da torta, após a extração em pequena escala, é mais rentável que a venda

exclusiva dos grãos. Entretanto, potencialmente o produtor pode aumentar significativamente sua renda caso a torta seja aproveitada em atividades econômicas próprias, tais como seu uso como ração animal na criação de bovinos, ovinos e peixes. A produção de mel apresenta-se como uma alternativa de grande potencial econômico na cadeia de produção do girassol (EVANGELISTA JUNIOR, 2009).

No trabalho de Cordeiro (2009) o balanço energético final do girassol também foi positivo de 7.535.000 kcal ha⁻¹ e 15.473.000 kcal ha⁻¹ para a cultura da soja. Isto significa que, na cultura do girassol para cada unidade de energia que entra no sistema, produz-se 2,69 unidades de energia sendo esta relação de 4,75: 1 para a soja.

Já no trabalho realizado por Gazzoni et al. (2005) mostra que o saldo energético final foi positivo de 8.667.000 kcal ha⁻¹ para girassol e 14.633.000 kcal ha⁻¹ para soja. Neste trabalho para cada unidade de energia que entra no sistema na cultura do girassol são produzidas 2,37 unidades de energia, sendo essa relação de 1: 3,95 para a soja foi considerando a utilização da torta, onde a soja demonstrou melhor desempenho energético, por apresentar maior produtividade; porém, analisando apenas a obtenção de óleo, o girassol mostra-se mais eficiente (2.667 Mcal ha⁻¹ x 1.513 Mcal ha⁻¹ da soja), por possuir maior teor de óleo no grão.

Em geral, os dados obtidos neste estudo tendem resultados similares aos de Gazzoni et al. (2006) e Araújo et al. (2007).

Gazzoni et al. (2006) calcularam o balanço energético da produção de biodiesel de girassol e soja em condições brasileiras. Para cada unidade energética gasta (produção de grãos e industrialização) obteve-se 2,69 e 4,75 unidades energéticas para biodiesel de girassol e de soja, respectivamente. Assim, alguns dos desafios da pesquisa agropecuária estão em aumentar a produtividade das culturas e o teor de óleo do grão, bem como promover a utilização da adubação verde e fixação simbiótica como fonte de nitrogênio. Araújo et al., (2007) analisaram o balanço energético da produção de biodiesel de girassol, com produtividade de 1.300 kg ha⁻¹, em sistemas de produção recomendados para a cultura do girassol, o balanço energético calculado foi de 1,13, ou seja, para cada unidade de energia gasta, obteve-se 1,13 unidades energéticas.

Neste trabalho os resultados obtidos foram similares para cultura do girassol. O total de entradas de energia da produção de girassol em 1 hectare foi de

466.868 Kcal, com produção de 1.650 kg ha⁻¹. Verificou-se que o balanço energético da cultura do girassol foi positivo com 2,03 calorias produzidas por caloria gasta.

A renda bruta anual do produtor no cultivo do girassol foi de R\$ 3.700,00 por hectare, a área total da propriedade assim como outras informações encontram-se na tabela 3.6.

Tabela 3.6 - Dados da propriedade e da produção de girassol - PR, 2009/2010.

Cultura	Área total (ha)	Produtividade (kg/ha)	Renda bruta (R\$)/ hectare
Girassol	10,7	1.650	3.700,00

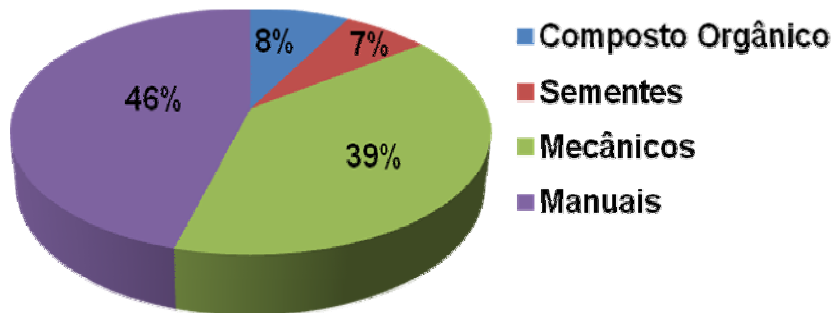
O detalhamento dos gastos energéticos do cultivo de girassol como insumos, serviços mecânicos e manuais está na tabela 3.7. Os serviços mecânicos foram responsáveis por 183.986 kcal e os serviços manuais 94.500 kcal.

Tabela 3.7 - Coeficientes energéticos da produção de 1 ha de girassol no sistema orgânico de produção- Vale do Ivaí - PR, 2010.

Especificação	Unidade	Valor Unitário (kcal)	Quantidade	Valor total (kcal)
1 .INSUMOS				
Composto Orgânico	t	624	60	37.434
Sementes	Kg	7.987	4	31.948
2. SERVIÇOS				
Mecânicos:				
Aração		136.010	-	136.010
Gradagem		47.976		47.976
Manuais:				
Preparo do solo	D/H	4.000	2	8.000
Distribuição dos compostos	D/H	3.600	5	18.000
Plantio	D/H	1.500	1	1.500
Adubação em cobertura	D/H	1.500	4	6.000
Capinas (enxada)	D/H	4.000	15	60.000
Colheita	D/H	4.000	30	120.000
Total de gastos (A- Entradas)				466.868
Produção comercial (B- Saídas)	Kg	575	1.650	948.750
Balanço Energético (B/A)				2,03

Na figura 3.1 verificamos o total de custos e a participação percentual dos componentes no sistema orgânico, considerando os gastos energéticos apenas a fase de campo do cultivo orgânico do girassol. Os componentes com a maior gasto foi os serviços manuais (mão de obra) com 213.500 kcal representando 46%, com em segundo lugar ficou os serviços mecânicos com 183.986 kcal representando 39%, seguido do composto orgânico 37.434 kcal, representando 8%.

Figura 3.1 - Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de girassol no sistema orgânico. Região do Vale do Ivaí- PR, 2010.



3.3.2 Cultivo Orgânico da Soja

A soja tem uma cadeia produtiva bem estruturada, o cultivo tradicional e adaptado para produzir com igual eficiência em todo o território nacional

O gasto energético para produção agrícola de 1 hectare de soja, com base em sistema recomendado pela Embrapa foi de 1.461.739 kcal. A soja possui ganho associado á fixação Biológica de Nitrogênio, possibilitando um menor investimento energético total (Embrapa soja, 2006).

O gasto total de entrada de energia médio por hectare foi 901.979 Kcal, com produção de energia 1.232.000 kcal na colheita, revelando o saldo positivo. O balanço energético médio foi de 1,37 calorias por caloria gasta no processo produtivo.

O total dos custos calóricos de cada componente e suas

participações no custo total estão na tabela 3.8.

Tabela 3.8 - Coeficientes energéticos da produção de 1 ha de soja no sistema orgânico de produção- Vale do Ivaí - PR, 2010.

Especificação	Unidade	Valor Unitário (kcal)	Quantidade	Valor total (kcal)
1. INSUMOS				
Composto Orgânico	t	873	60	52.380
Sementes	Kg	1.573	50	78.650
2. SERVIÇOS				
Mecânicos:				
Máquinas	Kg	383.949		383.949
Combustível	L	100.000		100.000
Transporte	t	45.000		45.000
Manuais:				
Distribuição dos compostos	D/H	3.600	10	36.000
Capinas (enxada)	D/H	4.000	50	200.000
Operações manuais	D/H	1.500	4	6.000
Total de gastos (A- Entradas)				901.979
Produção comercial (B- Saídas)	Kg	440	2.800	1.232.000
Balanco Energético (B/A)				1,37

A cultura da soja no sistema orgânico teve produção média de 2.800 Kg ha⁻¹. A conversão da produtividade em produção de energia, saídas na colheita, baseou-se no teor médio de 440 kcal g⁻¹, indicada por Franco, 1999, totalizando 1.232.000 kcal ha⁻¹.

Verifica-se nos sistema de plantio convencional o custo energético de alguns componentes são maiores quando comparados com o sistema orgânico de produção. No trabalho de pesquisa realizado pelo IEA (Instituto de Economia Agrícola) em 2008, a quantidade de sementes utilizada na cultura da soja convencional, teve o maior poder calorífico embutido nesse insumo, sendo superior aos do milho e girassol, o custo energético da semente de girassol foi de 24.965 kcal e da soja 320.000 kcal. No que concerne aos defensivos, o menor dispêndio energético é atribuído à cultura do girassol, faz uso de menos produtos. Em termos percentuais, os defensivos parecem obter mais expressão na cultura da soja, onde mais produtos são utilizados (IEA, 2008).

Quando comparamos os resultados dos custos energéticos da soja convencional (320.000kcal) no trabalho IEA (2008) com os resultados obtidos neste

trabalho verificamos que o custo energético da semente de soja foi menor (78.650 kcal).

Os autores (PIMENTEL, 1980; GÂNDARA, 1998; FERRARO JÚNIOR, 1999 e GLIESSMAN, 2000) divulgam em seus trabalhos que o sistema orgânico consome menos energia de fontes não- renováveis concentrados a maior parte de seus gastos energéticos em fontes renováveis, como matéria orgânica, mão de obra e biofertilizantes.

Segundo Carmo et al. (1988) a eficiência da propriedade está ligada ao total de calorias produzidas, que por sua vez estão diretamente associadas aos redutos e a tecnologia empregada na produção. A análise de balanço energético é uma ferramenta fundamental para a redução da movimentação das máquinas, principalmente no preparo do solo, através do plantio direto ou do preparo reduzido, visando diminuir o gasto energético (QUESADA et al., 1987; SANTOS et al., 2000; MESQUITA et al., 1982; ZANINI et al., 2003 e CAMPOS et al., 2004).

Balanço Energético das Culturas de Soja e Girassol, no sistema de Plantio Direto no Estado de São Paulo na Safra 2005/06, realizado pelo Instituto de Economia Agrícola (2008) a cultura da soja apresentou maior eficiência energética com 5,2 kcal/ha que a cultura do girassol (2,9 kcal/ha). No presente trabalho a eficiência energética da soja foi menor ($1,37 \text{ kcal ha}^{-1}$) quando comparada com a do girassol ($2,03 \text{ kcal ha}^{-1}$).

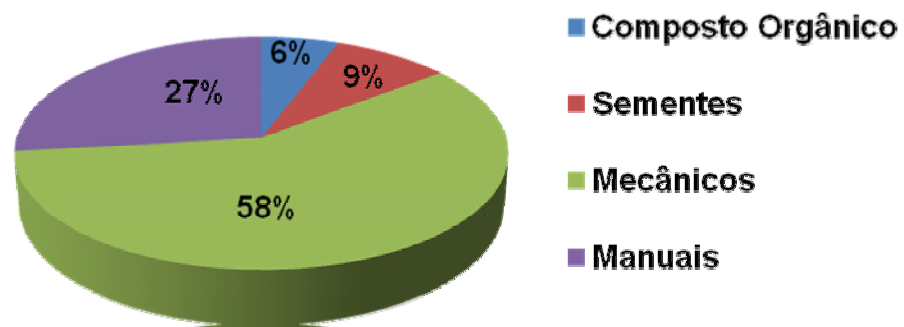
Segundo Ulbanere e Ferreira (1989), as operações tratorizadas (preparação do solo, plantio, aplicações de herbicidas e inseticidas), são as maiores consumidoras de energia fóssil na produção de grãos.

Segundo Quesada et al. (1987), o consumo energético no sistema orgânico requerer maior número de operações com trator e maquinários segundo quando comparado ao sistema convencional. Já no trabalho realizado por Assenheimer (2009) comparando a soja no sistema orgânico com o sistema convencional constatou que a conversão energética definida como a razão entre a energia convertida e a energia consumida foi superior para a soja convencional, que apresentou resultado de 7,81. Já a soja orgânica apresentou valor igual a 4,40, representando 56,34% da produção convencional. Estes resultados mostram que ambos os sistemas são eficientes quanto ao retorno energético. O alto valor de rendimento energético obtido para a cultura convencional é devido ao sistema de

cultivo ser em plantio direto, no qual as reduzidas operações com maquinários contribuíram para uma economia no consumo de energia fóssil.

Constatou neste trabalho que os serviços mecânicos tiveram custos energéticos maiores, totalizando um gasto de 528.949 kcal por hectare, representando 58% do total, o segundo componente de maior custo foi o serviço manual com 242.000 kcal (27%), 64 D/H em terceiro lugar ficou as sementes representando 9% (figura 3.2).

Figura 3.2 - Média da participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de soja no sistema orgânico. Região do Vale do Ivaí- PR, 2010.



As máquinas e implementos agrícolas tiveram maior participação no total de energia consumida na produção de soja (58%), com relação ao valor consumido para a produção do girassol (39%).

Na tabela 3.9 pode-se observar o valor da renda bruta média anual dos produtores que plantam soja sendo de R\$ 2.300,00 por hectare.

Tabela 3.9 - Dados da propriedade e da produção da soja - PR, 2009/2010.

Cultura	Área total (ha)	Produtividade (kg/ha)	Renda bruta (R\$)/ hectare
SOJA	10,5	2.800	2.300,00

No **apêndice B** encontram-se dados detalhados sobre a renda bruta, produtividade e outros.

Com relação à matriz energética, a partir das observações que foram realizadas, podemos perceber que dentro das propriedades visitadas falta a

interpretação da questão energética como um ponto importante dentro do planejamento visando sustentabilidade das propriedades rurais familiares.

O balanço energético da soja e do girassol foi positivo apresentaram boa rentabilidade para os produtores. São oleaginosas já conhecidas pelo produtor rural. Quanto à demanda de energética e de produção de oleaginosas para produção de biocombustíveis, o Brasil possui uma grande diversidade de matéria-prima para produção do biodiesel, o emprego de apenas uma matéria-prima restringe muito a produção do biodiesel. Diversos trabalhos com oleaginosas foram realizados como, a mamona (CONCEIÇÃO et al., 2007), soja (CANDEIA, 2008), girassol (GEORGOGIANNIA et al., 2008), algodão (SOUZA et al., 2007), canola (ALBUQUERQUE, 2006), babaçu (SANTOS, 2008), milho (DANTAS et al., 2007) etc.

Segundo trabalho de Serrão et al. (2011) para a produção de uma tonelada de biodiesel de soja são necessários 5.170 kg de soja, 950 kg de óleo de soja, 150 kg de etanol, que correspondem à demandada de 12.294, 7.971 e 2.742 MJ, respectivamente. O processo de transesterificação requer 2.306 MJ de energia. O dispêndio energético total é 25.043 MJ, e a energia disponível no combustível é de 39.380 MJ, resultando em eficiência de 57%. Ou seja, para cada unidade de energia investida no processo produtivo, há um retorno de 1,57.

No balanço energético de biodiesel, a produção agrícola da soja e a agroindustrial de óleo representam os maiores gastos de energia, respondendo, respectivamente, por 49 e 32% da demanda energética total. A produção simultânea de farelo de soja explica esses resultados segundo Serrão et al. (2011).

Embora outras oleaginosas tenham um teor de óleo muito superior, elas ainda precisam de pesquisa e de oferta em escala, o que não existe até o momento. A soja não é a opção mais atrativa para produção de biodiesel, no que concerne ao custo de produção do seu óleo, quando comparada com outras oleaginosas. Entretanto, a escala de produção, as opções de conversibilidade do produto e a forma como está estruturado o seu *complexo* (cadeia produtiva da soja), colocam o biodiesel de soja como a melhor alternativa (EMBRAPA AGROENERGIA, 2009).

O maior gargalo para produção do biodiesel é a falta de diversificação de matéria-prima. Atualmente, a produção de biocombustível é feita principalmente a partir do óleo de soja, que é um subproduto de *commodities* mais

valorizadas dessa cadeia, o grão e o farelo. As políticas públicas estão investindo na diversificação de fontes, mas a concentração é grande na soja. A soja é uma cultura domesticada, conhecida pelos agricultores, possui uma cadeia produtiva estruturada, tecnológica e eficiente, o que permite um abastecimento organizado, estável e mais barato para as indústrias produtoras de biocombustíveis.

Para inserir os pequenos agricultores na produção de matéria-prima para produção de Biocombustíveis é preciso fazer um zoneamento agrícola para o plantio de diferentes culturas, as sementes para o plantio precisam ter qualidade e adaptabilidade nas regiões que serão implantadas, isto impacta diretamente nos custos para o produtor. A dificuldade maior do agricultor é a falta de experiência e conhecimentos com alguns tipos de oleaginosas. A soja cultivada em grandes áreas de monocultura, com seu sistema produtivo altamente mecanizado, restringem a inclusão social de pequenos agricultores.

Pesquisas estão sendo realizadas e o girassol é uma das oleaginosas mais promissoras oleaginosas para a produção do biodiesel. Com um teor de óleo que pode oscilar entre 38 e 48%, dependendo do solo, do clima e do tipo de adubação usada, rende cerca de 600 quilos de óleo por hectare, contra 450 quilos, em média, obtidos com a soja.

O girassol é uma cultura que tem grande potencial para aumentar a renda da agricultura familiar. Entretanto, os fatores locais de produção, tais como baixo nível de mecanização, escassez de sementes certificadas e de assistência técnica especializada, entre outros, precisam se adequar às necessidades mínimas dessa cultura.

Muitos estudos buscam identificar a viabilidade econômica das diversas matérias-primas para a produção do biodiesel, como Barros, Alves e Osaki (2008). Nestes estudos podemos observar que a eficiência econômica da produção, assim como a utilização de biodiesel depende dos custos de produção das matérias-primas no campo e especialmente, dos preços praticados no mercado nacional e no mercado internacional. Para o cálculo da eficiência econômica das oleaginosas é importante levar em consideração a produtividade por hectare, o teor de óleo, a sazonalidade de sua produção e o custo de oportunidade em deixar de utilizar a matéria-prima para outro fim.

3.4 CONCLUSÃO

Métodos orgânicos de produção, como rotação de culturas, plantio de adubos verdes, uso de composteira, minimizam a necessidade de insumos. O sistema orgânico mostrou-se mais dispendioso na cultura do girassol do que na cultura da soja. O custo de produção das oleaginosas no sistema orgânico mostrou-se economicamente viável para agricultura familiar.

Os resultados obtidos permitem concluir que os gastos com os serviços mecanizados e manuais foram os maiores consumidores de energia no processo de produção das oleaginosas.

O balanço energético da soja e do girassol foi positivo, mas não oferecem a possibilidade de obter grandes quantidades de energia renovável pela agricultura familiar atualmente. Ainda é necessária muita pesquisa, tanto na tecnologia agrônômica de produção quanto no desenvolvimento de novas variedades adaptadas para a finalidade energética e principalmente o emprego do balanço energético para auxiliar o agricultor na tomada de decisão para novas técnicas e manejo, visando economizar energia, aumentar a eficiência dos insumos, reduzindo os custos do produtor no sistema de produção.

O óleo de soja dependendo do mercado pode ser usado para diversos fins como biodiesel, grão farelo, torta, alimentação humana e animal. Isso faz com que o preço da soja seja mais competitivo, o que torna economicamente inviáveis óleos de outras plantas, como mamona, girassol, canola e dendê.

A cultura da soja é mais viável economicamente como matéria-prima para fazer o óleo de soja, que já é produzido pela indústria esmagadora e já esta estruturada. Apesar do estímulo a diversificação na oferta de matéria-prima a partir de outras oleaginosas, para não ficar dependendo de uma só matéria-prima.

Para os agricultores, no entanto, um estímulo ainda maior à produção de biocombustíveis é a pesquisa. O desenvolvimento de tecnologia para a criação de novas variedades adaptadas, desenvolver a competitividade econômica de culturas, desenvolvimento de cultivares novas, a realização do zoneamento e a integração logística com a indústria.

Os custos de produção do biodiesel ainda são maiores em relação ao óleo diesel, sendo necessários mais estudos sobre as diferentes matérias-primas e as especificidades regionais.

Falta investir em pesquisas, estimular projetos que visem à produção do biodiesel a partir de culturas com importância regional. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento de variedades agrícolas mais aptas à fabricação do biodiesel; investimentos em tecnologias de processo que promovam o adensamento energético das espécies oleaginosas, aumentando a produtividade.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, E. S.; SOARES, L. H. B.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. S. Balanço energético da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) para produção de biodiesel. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCOMBUSTÍVEIS, 1., 2007, Teresina. Energia de resultados. **Palestras e Resumos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 143). Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/agroenergia/trabalhos/004.PDF>>. Acesso em: 15 ago. 2011.
- ALBUQUERQUE, G. A. **Obtenção e caracterização físico-química do biodiesel de canola (*Brassica napus*)**. 2006. 100p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal da Paraíba - UFPB/CCEN, João Pessoa, 2006.
- ASSENHEIMER, A.; CAMPOS, A. T.; GONÇALVES JÚNIOR, A. F. C. Análise energética de sistemas de produção de soja convencional e orgânica. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais** v. 5, n. 3. 2009.
- BARROS, G.; ALVES, L.; OSAKI, M. **Biocombustíveis, segurança alimentar e subsídios compensatórios**. Disponível em: <www.cepea.esalq.usp.br>. Acesso em: jul. 2011.
- BUENO, O. C.; CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T. Balanço de energia e contabilização da radiação global: simulação e comparativo. In: Facultad Agronomía/CADIR. (Org.) **Avances en Ingeniería Agrícola**. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, 2000. v. 1, p.477-482.
- BEM. **Balanço Energético Nacional, 2011**. Rio de Janeiro: EPE, 2011. 266 p.
- CANDEIA, R. A. **Biodiesel de soja: síntese, degradação e misturas binárias**. 2008.132f. Tese (Doutorado Química)- UFPB/CCEN, João Pessoa, 2008.
- CAMPOS, A. T.; SAGLIETTI, J. R. C.; BUENO, O. de C.; CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; GASPARINO, E. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1977-1985, 2004.
- CARMO, M. S.; COMITRE, V. Evolução do balanço energético nas culturas de soja e milho no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 29., 1991, Campinas. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 1991. p.131-149.
- 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.
- CERVINKA, V. Fuel and energy efficiency. In: PIMENTEL, D. (Ed.) **Handbook of Energy Utilization in Agriculture**. , Boca Raton: CRC Press, 1980. p.15-23.

CONCEIÇÃO, M. M., FERNANDES JUNIOR, V. J., ARAÚJO, A. S., FARIAS, F. M. SANTOS, I. M. G., SOUZA, A. G. Thermal and Oxidative Degradation of Castor Oil Biodiesel. **Energy & Fuels**, v. 21, p. 1522-1527, 2007.

CORDEIRO, A. F. S. **Biocombustível a partir de celulose – Hidrogenação de isômeros da Hidroximetilpiranona**. 2009. 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química e Bioquímica) - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2009.

DANTAS, M. B.; ALMEIDA, A. A. F.; CONCEIÇÃO, M. M.; FERNANDES JUNIOR., V. J.; SANTOS, I. M. G.; SILVA, F. C.; SOLEDADE, L.E.B.; SOUZA, A. G.; Characterization and kinetic compensation effect of corn biodiesel. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 87, p. 847-851, 2007.

DOERINGIII, O. C. Accounting for energy in farm machinery and buildings. In:PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton, Florida: CRC Press Inc., 1980. p. 9-14.

EMBRAPA AGROBIOLOGIA. **Eficiência energética comparada das culturas do girassol e soja, com aptidão para a produção de biodiesel no Brasil**. Seropédica, RJ: 2008. (Circular Técnica n.25).

EMBRAPA AGROENERGIA. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. **Agroenergia para biodiesel**. 2009. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/578254/1/AgroenergiaparaBiodiesel.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de produção de soja: região central**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 220p. (Embrapa Soja. Sistema de Produção, 9).

EVANGELISTA JUNIOR, F. **Inserção de um modelo agro-industrial de pequena escala na cadeia de produção do biodiesel baseado na cultura do girassol e no segmento agrícola familiar do semi-árido potiguar**. 2009. 138f. Tese (Doutorado) -Universidade Estadual de Campinas.Campinas, 2009.

FERRARO JÚNIOR, L. A. **Proposição de método de avaliação de sistemas de produção e de sustentabilidade**. 1999. 131f.(Tese Mestrado). USPESALQ. São Paulo. 1999.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 1999. 307p.

FRAGOSO, R. M. S.;MARQUES, C. A. F. A gestão econômica da água na agricultura:perspectivas de utilização no Alentejo. **Revista Economia e Sociologia**. n. 81, p. 131-152, 2006.

GÃNDARA, F. C.**Produção de biomassa e balanço energético em agroecossistemas de produção de hortaliças, no Distrito Federal**. 1998.70 p. Dissertação (Mestrado Ecologia)- Universidade de Brasília, UNB. Brasília, DF, 1998.

GEORGOGIANNIA, K. G.; KONTOMINASA, M. G.; POMONISA P. J.; AVLONITISB, D.; GERGIS, V. Conventional and in situ transesterification of sunflower seed oil for the production of biodiesel, **Fuel Processing Technology**, v. 89, p. 503 – 509, 2008.

GAZZONI, D. L.; FELICI, P. H. N.; CORONATO, R. M. **Balço energético das culturas de soja e girassol para produção de biodiesel**. 2006. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congressso2006/agricultura/BalancoEnergetico.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2011.

GAZZONI, D. L.; FELICI, P. H. N.; CORONATO, R. M.S.; RALISCH, R. Balço energético das culturas de soja e girassol para produção de biodiesel. **Biomassa & Energia**, v. 2, n. 4, p. 259-265. 2005.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS, 2000. 653 p.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. Análise energética da produção de oleaginosas no Estado de São Paulo. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 3, n. 6, 2008.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. 13 p. 2005. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>>. Acesso em: 20 de nov. de 2011.

MELLO, R. Um modelo para análise energética de agroecossistemas. **Revista de Administração de Empresas** 29, p. 45-61, 1989.

MESQUITA, C. M.; ROESSING, A. C.; GAZZIERO, D. L. P. Consumo de energia e avaliação técnica-econômica de sistemas de produção de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2, 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de soja/EMBRAPA, 1982. v.1. p. 525-538.

MINISTÉRIO DE MINAS ENERGIA. Balço Energético Nacional (**BEN**) 2005. **Boletim Energético Nacional**, Brasília, 2005. p. 129.

OSAKI, M.; BATALHA, M. O. Produção de biodiesel e óleo vegetal no Brasil: realidade e desafio. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL- SOBER, v.46, 2008. Rio Branco. **Anais...**Rio Branco: SOBER, 2008.

PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press/ Cornell University New York: Boca Raton, 1980. 475 p.

PIMENTEL, D.; BERARDI, G.; FAST, S. Energy efficiencies of farming wheat, corn and potatoes organically. In: **Organic farming and its role in a sustainable agriculture**, 1984. p.151-161.

PIMENTEL, D.; BURGESS, M. Energy inputs in corn production. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980. p. 67-84.

- QUESADA, G. M.; BEBER, J. A. C.; SOUZA, S. P.; Balanços energéticos uma proposta metodológica para o Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 20-28, 1987.
- SANTOS, H. P.; IGNACZAK, J. C.; LHAMBY, J. C. B.; BAIER, A. C. Conversão e balanço energético de sistemas de rotação de culturas para triticales, sob plantio direto. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 43-48, 2000.
- SANTOS, N. A. **Propriedades termo-oxidativas e de fluxo do biodiesel de babaçu (*Orbignya phalerata*)**. 2008. 129f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal da Paraíba, UFPB, João Pessoa, 2008.
- SERRÃO, A. A.; OCÁCIA, G. C. Produção de biodiesel de soja no Rio Grande do Sul. **Revista Liberato**, v. 12, n. 17, 2011.
- 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.
- SILVA, A. G. **A viabilidade da utilização de compostos orgânicos em solos agricultáveis**. 2008. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Cafeicultura) - Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008.
- SOUZA, A. G., DANTA, H. J., SILVA, M. C. D., SANTOS, I. M. G., FERNANDES Jr., V. J., SINFRÔNIO, F. S. M., TEIXEIRA, L. S. G.; NOVÁK, C.; Thermal And Kinetic Evaluation of Cotton Oil Biodiesel. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 90, p. 945–949, 2007.
- SOUZA, J. L de. **Balanço energético em cultivos orgânicos de hortaliças**. 2006. 207p. Tese (Doutorado de Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 560 p.
- ULBANERE, R. C.; FERREIRA, W. A. Análise do balanço energético para a produção do milho no Estado de São Paulo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 4, n. 1, p. 35-42, 1989.
- ZANINI, A.; CAMPOS, A. T.; PRESTES, T. V. M.; DALMOLIN, M. F.; CAMPOS, A. T. de; KLOSOWSKI, E. S. Análise do consumo de energia na produção de silagem de milho em plantio direto. **Revista Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 249- 253, 2003.

4 ARTIGO 2

BALANÇO ENERGÉTICO DA PRODUÇÃO DA CENOURA E DO TOMATE NO SISTEMA ORGÂNICO

RESUMO: Com a crescente preocupação com a alimentação e o meio ambiente, o mercado de hortaliças orgânicas está aumentando, sendo uma boa alternativa para agricultura familiar. O momento vivenciado na agricultura é caracterizado pela tentativa de otimização dos recursos de produção. A determinação dos melhores métodos para o sistema de produção agrícola depende da análise das condições ambientais para a cultura e da eficiência energética, quando as entradas de energia forem realizadas com critérios e na quantidade recomendada para cada cultura. Um condicionante importante para avaliar a sustentabilidade do meio ambiente e da rentabilidade do produtor agrícola em longo prazo é o balanço energético. O presente trabalho caracteriza e analisa os balanços energéticos das hortaliças da típica produção familiar orgânica e estimando a sua viabilidade. Identificou-se os sistemas de produção mais adotados na propriedade, estimando-se o balanço energético do tomate e da cenoura no sistema orgânico. A metodologia foi composta pela aplicação de questionário junto aos produtores orgânicos de horticultura em suas respectivas propriedades. As entradas e saídas de energia das operações agrícolas foram calculadas pelo poder calorífico do material envolvido em cada etapa de produção. A eficiência energética foi obtida pelo índice entre a quantidade de energia total de saída e o consumo total de energia durante o processo produtivo. A Metodologia consistiu na transformação de todos os coeficientes técnicos em unidades de energia ou unidades calóricas (Kcal). A contabilidade energética de cada cultura compreendeu a fase do plantio até a colheita. A média de entrada de energia em 1ha de cenoura foi de 1.936.561 kcal, possibilitando a produção de 5.500.000 kcal de energia na colheita, a média do balanço energético foi 2,84 calorias Para a cultura do tomate as médias de entrada e saída de energia foram de 3.0910192 kcal ha⁻¹ possibilitando a produção de 3.550.000 kcal de energia na colheita, a média do balanço energético foi 0,98 calorias. A renda bruta anual da produção de cenoura por hectare foi de R\$ 7.090,00 e a do tomate foi de R\$ 8.780,00. O balanço energético da cenoura foi positivo indicando a viabilidade econômica e energética das culturas, na cultura do tomate o balanço energético foi negativo. As duas culturas possuem boa viabilidade econômica para o produtor e alguns componentes contribuíram com maior gasto calórico, diminuindo a eficiência energética.

Palavras-chave: Calorias. *Daucus carota* L. Olericultura.agricultura familiar.

ABSTRACT: With the increasing concern about food and the environment, the market of organic vegetables is increasing, being a good alternative for family farming. The time experienced in agriculture is characterized by the attempt to optimization of production resources. The determination of the best methods for the agricultural production system depends on the analysis of environmental conditions for the culture and energy efficiency, when entries are made with energy and criteria

in the recommended amount for each culture. An important constraint to assess the sustainability of the environment and profitability of agricultural producer in the long term is the energy balance. The present paper characterizes and analyses the energy balances of greenery of the typical organic household production and estimating its viability. Identified the most production systems adopted in the property, estimated the energy balance of carrot and tomato in organic system. The methodology was composed by the application of a questionnaire together with organic producers of horticulture in their respective properties. The energy inputs and outputs of agricultural operations were calculated by the calorific value of material involved in every step of production. Energy efficiency was retrieved by index between the amount of total energy output and total energy consumption during the production process. The methodology consisted in transforming all technical coefficients in units of energy, or calories (Kcal). The energy accounting of each culture understood the phase of planting to harvesting. The average power input was carrot 1ha 1,936,561 kcal, enabling the production of 5,500,000 kcal of energy in harvesting, the average energy balance was 2.84 calories. For energy was the tomato culture medium of energy input and output were 3.0910192 kcal ha⁻¹ allowing the production of energy in harvesting 3,550,000 kcal, the energy balance average was 0.98 calories. The annual gross income of carrot production per hectare was \$ 7,090 .00 and the tomato was \$ 8,780 .00. The energy balance of carrot was positive; indicating the economic viability and energy crops, tomato culture was negative energy balance. The two cultures have good economic viability for the producer and some components contributed to greater calorie expenditure, reducing efficiency.

Keywords: Calories. *Daucus carota* L. Olericulture. Family farming.

4.1 INTRODUÇÃO

Os seres humanos visando garantir alimentação, conforto, saúde, proteção e outros bens, muita energia está sendo gasta independentemente da forma ou da fonte de energia. Isto tem gerado preocupação, pois a energia investida na produção de alimentos, muitas vezes é maior do que o retorno obtido em valores energéticos dos produtos.

O balanço energético contabiliza a energia disponível e consumida no sistema de produção e também auxilia na tomada de decisão sobre novas técnicas e manejos agrícolas que ajudam a economizar energia, aumentar a eficiência dos insumos e diminuindo os custos de produção.

O emprego de práticas que reduzam os problemas com erosão do solo e a dependência por insumos externos pode ser a alternativa para o aumento da eficiência dos sistemas produtivos, especialmente pelo emprego de rotações de cultura e manejo de espécies próprias para adubação verde, para cobertura do solo

e fixação de carbono e nitrogênio. O uso adequado e a adoção de práticas conservacionistas, como o cultivo mínimo do solo e o plantio direto diminui a quantidade de trabalho, consumo de combustível e economia de energia por área.

Cultivares adaptadas as condições edafoclimáticas de cada região é uma das premissas para melhorar o aproveitamento de energia e aumentar os rendimentos e a rentabilidade econômica.

O balanço energético do tomate relacionado a diminuição do uso da energia. Nesta atividade, a diminuição auxiliar para a otimização do uso da energia contida em combustíveis fósseis, fertilizantes, inseticidas, fungicidas, mão de obra, máquinas e equipamentos agrícolas podendo, assim, reduzir os custos de produção do produtor rural, aumentando sua competitividade no mercado.

Dentre os produtos hortícolas, o tomate é largamente cultivado devido, à sua resistência ao transporte e à sua menor perecibilidade em relação a outros produtos da mesma categoria, tais como cenoura, cebola e alho. No tomate existem fatores produtivos que agregam preço ao produto inviabilizando, às vezes, a obtenção de lucro com a produção.

A cultura da cenoura orgânica não necessita de grandes quantidades de insumos, isso reduz o custo de produção e também diminui o gasto com energia e aumenta a rentabilidade do produtor.

O presente trabalho teve como objetivo estimar balanço energético da produção de tomate e cenoura e avaliar a viabilidade econômica.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na microrregião do Vale do Ivaí onde a presença de agricultores familiares é bastante marcante.

Informações que constam no trabalho foram dadas pelos produtores rurais orgânicos em suas respectivas propriedades. Algumas informações como área das propriedades, renda bruta, manejo, tratos culturais foram obtidas de questionários elaborados pelos pesquisadores do departamento da Socioeconomia do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) através do Projeto Redes de Referências/ Programa Universidade sem Fronteira e EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) ano agrícola de 2009 a 2010.

Foram avaliados os sistemas agrícolas para obtenção de determinada produção, desde a formação da sementeira até a colheita.

Nas propriedades visitadas, foram observados sistemas de produção de culturas de subsistência, criação de bovinos de leite à base de pasto. As hortaliças de maior ocorrência e rentabilidade entre as propriedades visitadas foram o tomate, a cenoura.

Para realizar o balanço energético utilizou-se a análise energética, com suas respectivas entradas e saídas do sistema. A eficiência energética foi calculada através saída de energia dividida pela entrada de energia do processo produtivo.

Metodologia consistiu na transformação de todos os coeficientes técnicos em unidades de energia ou unidades calóricas. Não foram avaliadas as entradas de energia solar nos sistemas. Todos os insumos, materiais e serviços foram transformados em unidade de medida de energia (Quilocaloria – 1 kcal= 1.000 cal), por ser de fácil compreensão.

As quantidades de energia contida na cenoura e no tomate, após a colheita foi comparada com o total de energia da produção obtendo assim o balanço energético. Os valores adquiridos para o balanço das culturas podem ser menores que 1 indicando um balanço negativo, onde a energia gerada na forma de produtos foi menor do que aquela consumida no processo produtivo. Quando o valor for igual a 1, isto indica que o balanço é nulo, ou seja, a energia gerada na forma de produtos foi igual à consumida no processo produtivo; o balanço é positivo quando o valor é maior que 1, indicando que a energia gerada na forma de produtos foi maior que a consumida no processo produtivo.

Os valores energéticos adotados para o trabalho foram dos dados fornecidos por Pimentel (1980), Ferraro Junior (1999), Souza (2006), Gliessman (2000), Mello (1989), Lima (2005) e Ministério de Minas e Energia (2005).

A pesquisa das informações e visitas as propriedades foram realizados e permitiu estimar as saídas de energia através da colheita de cada cultura, possibilitando relacionar com as entradas de energia (insumos, serviços e equipamentos), visando compor o balanço energético. Na quantificação energética das entradas e das saídas, todos os indicadores físicos e coeficientes técnicos foram transformados para seus respectivos equivalentes em quilocalorias (Kcal).

Os produtores de oleaginosas foram numerados de 1 a 5 para melhor compreensão do trabalho. Foi estimada a rendas bruta por hectare de cada propriedade.

O produtor 1, possui uma área total de 9 hectares, mão de obra familiar 4 EqH (Equivalente homem). A produção é vendida para o comércio local, região e na própria propriedade.

A área total da propriedade do produtor 2 é de 7,26 hectares. O produtor não tem sucessão familiar, a mão de obra familiar é de 2 equivalente homem e a extra familiar com dois contratados, totalizando 4 EqH, a propriedade possui gado de leite, que fornece esterco para compostagem.

A propriedade analisada, do produtor 3 possui uma área total de 10,7 ha, a mão de obra é familiar (2,5 EqH), a produção na propriedade é bem diversificada, os tratos culturais são totalmente orgânico. A propriedade possui gado de leite, que fornece esterco para compostagem. A sua produção é vendida na feira livre.

O produtor 4 possui uma área total de 3,50 hectares, sendo a menor propriedade analisada para do trabalho. A mão de obra é exclusivamente familiar sendo 2,58 EqH (equivalente Homem), contando com a ajuda de familiares esporadicamente. A propriedade possui gado de leite, que fornece esterco para compostagem. A produção é diversificada possui hortaliças, legumes e frutas na propriedade. A comercialização é realizada na feira do produtor na região, nos mercados locais e nas escolas.

O produtor 5, possui área total de 4,84 hectares, a mão de obra familiar é de 2 EqH, possui poucos recursos para investimento para produção de hortaliças, o investimento maior é no plantio de café. A produção é destinada a empresa agrícola Rio de Una.

Nas propriedades visitadas constatou-se que os produtores utilizavam de vários métodos agroecológico como a compostagem orgânica, adubação verde, manejo de ervas espontâneas, cobertura morta, rotação de culturas, controle alternativo de pragas e doenças.

Os insumos utilizados são os compostos orgânicos e esterco de galinha e de gado. O composto orgânico é formado pela diversidade de matérias encontrados na propriedade como resto de palhadas e esterco de animais.

Segundo Pimentel et al. (1984), citado por Ferraro Júnior (1999), para o esterco de gado adotou-se o valor de 15 kcal Kg⁻¹ e o valor de 30 kcal kg⁻¹ para o esterco de galinha, independente de sua umidade.

A metodologia empregada para os custos energéticos de compostos orgânicos foi estimada com base em Souza (2006). Foi calculada toda a demanda energética consumida na forma de insumos, mão de obra, obteve-se valores diferentes do total de composto a 50% de umidade final e o custo por toneladas para cada propriedade.

O sistema de produção de composto foi baseado na confecção de montes, capaz de produzir composto pronto a 50% de umidade. Este tem sido o teor médio de umidade com qual se tem realizado as adubações de plantio.

A adubação verde foi feita pelos produtores em rotação com as hortaliças. Alguns dos adubos verdes utilizados foram: aveia, ervilhaca, trevos, serralhas, guandu, caupi, labe labe, tremoço, leucena e mucuna preta e outros.

O manejo de ervas foi realizado através de faixa de vegetação espontânea. Foi praticada a capina em faixas dentro dos plantios para evitar a competição entre as ervas e as culturas de interesse comercial. Nas espécies cultivadas em canteiros foi realizada a eliminação total das ervas sobre o leito e preservada a vegetação entre os canteiros.

Foi realizada na propriedade a prática de cobertura morta no solo, utilizando resíduos vegetais disponíveis no sistema de produção e também a rotação e sucessão de culturas, alternando as culturas nos diversos talhões, por meio da sucessão vegetal e a rotação de culturas entre as diversas unidades do solo, evitando aumentar a incidência de patógenos de solo e foliares nas culturas.

Nas propriedades buscou-se o equilíbrio ecológico, através do plantio de espécies e variedades resistentes, o manejo correto do solo, adubação orgânica, manejo das ervas nativas, uso de irrigação, rotação e consorciação de culturas. Para pragas e doenças que atingiram a planta provocando dano econômico, foram utilizados extratos naturais (nim, alho primavera, arruda e outros), caldas bordalesa, sulfocálcica e biofertilizantes, os produtores fizeram uso de controle biológico (*Bacillus thuringiensis*) e de armadilhas luminosas.

Para a determinação do consumo energético da produção da cenoura e do tomate foram calculados valores para mão de obra, sementes,

composto orgânico, máquinas e equipamentos, combustíveis, eletricidade, insumos, serão detalhados ao longo do trabalho.

A etapa da formação das mudas e sementes é muito importante para o desenvolvimento da cultura. Foram calculados os gastos de todo o processo com a mão de obra ($2.400 \text{ Kcal dia}^{-1}$), valor sugerido Souza e Resende (2006).

As sementes de tomate foram multiplicadas dentro do sistema. O valor calórico foi baseado na obtenção de 300g de sementes secas, necessárias para o preparo de mudas em 1hectare ($15 \text{ kg de fruto} = 3.750 \text{ kcal}$), e $3 \text{ D/H} = 7.200 \text{ kcal}$ gasto calórico dos serviços para extração e preparo das sementes. O valor calórico obtido foi de 73 kcal g^{-1} .

Considerou as sementes de cenoura compradas, com os custos energéticos calculados pelo valor financeiro em relação à matriz energética, segundo Mello (1989). O valor energético da moeda foi obtido através do consumo de energia primária (Kcal) dividido pelo PIB (Produto Interno Bruto, em Reais) no ano de 2010. O valor obtido foi multiplicado pelo preço da semente, determinando o custo energético da cenoura. Em 2010, o PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro foi de $\text{R\$ } 3.675 \times 10^6$ e o consumo final energético segundo Balanço Energético Nacional (BEN) 2011, ano base 2010 foi de $2.409.490.000 \times 10^6 \text{ Kcal}$.

O valor energético obtido da moeda brasileira no ano de 2010 foi de $655,6 \text{ Kcal Real}^{-1}$. Sendo assim o custo energético da semente de cenoura Brasília que custa $\text{R\$ } 0,12$ por gramas é $78,67 \text{ kcal g}^{-1}$.

A nutrição equilibrada é garantia de plantas saudáveis e produtivas. Uma alternativa de nutrição mais utilizada na produção orgânica são os biofertilizantes orgânicos, aplicados via solo, via sistema de irrigação.

Biofertilização (**tabela 3.1**) em suplementação à adubação orgânica de base no plantio fornecem os nutrientes de maior exigência da cultura. Uma preparação enriquecida com nitrogênio (esterco bovino) e potássio (cinza) pode melhorar o desenvolvimento vegetativo das olerícolas.

Tabela 4.1 - Os Componentes e os gastos com a mão de obra para formulação de 1000 litros de biofertilizante líquido enriquecido.

		Produtores				
		1	2	3	4	5
Componentes	Quantidade	Custos calóricos		(kcal)		
Composto orgânico	100 kg	5,71	6,57	6,24	7,78	14,98
Resíduo vegetal	100 kg	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Cinza vegetal	20 kg	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240
Mão de obra (5 dias)	1 D /H	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Energia elétrica	2,43 kWh	2.090	2.090	2.090	2.090	2.090
Água	700 L		não considerado			
Recipiente	Não considerado		não considerado			
Custo total 1000 L	-----	9.836	9.837	9.836	9.838	9.845
Custo por litro	-----	10	10	10	10	10

A calda bordalesa é usada na agricultura como fungicida eficiente contra várias doenças. Ela resulta da mistura do sulfato de cobre (1,0 kg = 400 kcal) com cal virgem (1 kg = 2.408 Kcal), diluídos em água. O seu uso é permitido na agricultura orgânica, pelo fato do sulfato de cobre ser pouco tóxico e por melhorar o equilíbrio nutricional das plantas.

O custo calórico da calda bordalesa foi estimado baseando-se nos cálculos de Souza (2006), através da soma dos custos energéticos dos insumos e da mão-de-obra (1hora/homem= 500 kcal). A preparação foi manual de 100L de calda bordalesa a 1%. O custo calórico para 100 litros de solução foi de 3.308 kcal, ou seja, 33,08 kcal¹.

A adubação no sistema orgânico busca não apenas a nutrição da planta, mas sobre tudo a melhoria da alimentação do solo e do sistema.

O fornecimento do nitrogênio é feito através do composto orgânico e esterco. Para suprir o potássio utiliza-se esterco de animais e cinza vegetal.

Na agricultura, o óxido de cálcio ou a cal virgem é usado para produzir hidróxido de cálcio, que tem por finalidade o controle da acidez dos solos. O calcário, depois de extraído, selecionado e moído, é submetido a elevadas temperaturas em fornos industriais num processo conhecido como calcinação, que dá origem ao CaO (óxido de cálcio: cal) e CO₂ (gás carbono) tem altos custo energético. Custo calórico adotado foi de 2.408 kcal kg⁻¹ para a cal virgem, conforme Mello (1989).

O sulfato de cobre é usado pelo agricultor para o preparo da calda bordalesa, onde não foram encontrados valores calóricos específicos na literatura, adotou-se o usado por Ferraro Júnior (1999) para o sulfato de potássio e magnésio com o valor de 400 kcal kg^{-1} .

Foi adotada pelos agricultores a prática de adubação verde para melhor produção das cultivares, incluído o adubo verde mucuna preta, ervilhaca peluda, nabo forrageiro, aveia e centeio.

Para o manejo de ervas foram feitos corredores de refúgios entre os cultivos, dentro dos plantios foi realizada a capina para evitar a competição entre as ervas e as culturas de interesse comercial. Nas entrelinhas do plantio deixou-se fina faixa de vegetação.

Empregou-se em algumas propriedades a prática da alternância das culturas, por meio da sucessão vegetal e rotação de culturas. Hortaliça com hortaliça e hortaliça com oleaginosas e leguminosas.

Para o combustível, considerou-se Óleo Diesel com densidade de 840 kg m^{-3} ou $0,84 \text{ kg L}^{-1}$ e PCI (poderes calóricos inferiores) $10.100 \text{ kcal kg}^{-1}$ ou $8.484 \text{ kcal L}^{-1}$ (Ministério Minas e Energia, 2005).

Os valores da energia elétrica (kWh) variam muito de acordo com cada bibliografia. Nas publicações internacionais os valores são de $859 \text{ kcal kWh}^{-1}$ até $2.863 \text{ kcal kWh}^{-1}$ segundo Cervinka (1980) e Pimentel (1980), respectivamente. No Brasil a partir da edição 2003 do BEN (Balanço Energético Nacional) passou a adotar critérios internacionais mais usuais de conversão das unidades comerciais de energia em unidades comum de referência. Os fatores de conversão passaram a ser determinados com base nos poderes calóricos inferiores das fontes de energia, para energia hidráulica e eletricidade passaram a serem considerados os coeficientes de equivalência teórica, $860 \text{ kcal kWh}^{-1}$, onde $1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$ segundo o primeiro princípio da termodinâmica (BEN, 2011).

A energia despendida pelo trabalho humano é obtida conforme o esforço físico necessário para atividade (roçar, capinar, irrigar, etc) a qual relaciona a quantidade de horas trabalhadas em um hectare com o índice energético. Os calculados dos gastos calóricos das diversas atividades executadas foram obtidos por estimativa proporcional ao esforço necessário de cada atividade ($2.400 \text{ Kcal dia}^{-1}$ ou $300 \text{ kcal hora}^{-1}$), valor sugerido Souza e Resende (2006).

A mão de obra empregada nas diversas atividades agrícolas como preparação do solo, a colheita e outras, foi expressa em D/H (Dia/Homem). Um dia-homem equivale a uma jornada de trabalho de oito horas.

Para os serviços mecânicos adotou-se valores calculados por Ferraro Júnior (1999), que se baseou nos índices de Doering III (1980). Considerou-se para os serviços mecânicos a soma da energia indireta dos desgastes dos materiais, o número de horas médio de cada operação, a energia gasta pelo trabalhador e o consumo do combustível. Os valores sugeridos para aração de 1 ha foi de 136.010 Kcal, gradagem 47.976kcal e o valor de 10.035 kcal ha⁻¹ referente ao preparo do solo com enxada rotativa de micro-trator foi estimado por Souza (2006).

A irrigação é uma prática que, além de incrementar a produtividade, pode proporcionar a obtenção de um produto de melhor qualidade. Foram utilizados dados médios do consumo de água na irrigação da cultura do tomate e o consumo médio de energia relatado por Lima et al. (2005). Para a cultura da Cenoura foi estimado o consumo de água em função da exigência total em água de acordo com sua época de plantio. Conforme Souza (2006) utilizou valores médios 0, 131KWH por m³ de água e 860 kcal por kWh para o cálculo da irrigação.

O consumo médio de água para a irrigação do tomate foi de 5.900 m³ ha⁻¹ e o consumo de energia 772 kWh ha⁻¹ sendo assim o custo energético por ha⁻¹ é de 663, 920 kcal. Os custos energéticos para irrigação da cenoura foi de 4.200 m³ ha⁻¹ de consumo médio de água, já o consumo de energia foi de 550 kWh ha⁻¹ e o custo energético da irrigação da cenoura foi de 473.000 kcal.

No **anexo A**, estão os valores energéticos adotados e no **anexo B**, consta uma tabela de conversão de unidades de medidas de energia.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Custo Energético dos Compostos Orgânicos

Os custos energéticos dos compostos orgânicos foram estimados com base em Souza (2006). Segundo Pimentel et al.(1984), citado por Ferraro Júnior (1999), para o esterco de gado e restos culturais adotou-se o valor de 15 kcal Kg⁻¹ e o valor de 30 kcal kg⁻¹ para o esterco de galinha, independente de sua

umidade. Para o óleo diesel adotou-se dados do Ministério de Minas e Energia (2005).

A tabela 4.2 apresenta o gasto total com mão de obra de 11 D/H (Dia/Homem) para obtenção de 1.125 kg de compostos, o custo total por tonelada foi de 571,03 kcal.

Tabela 4.2 - Custos energéticos da produção de composto orgânico com 50% de umidade da propriedade nº 1.

INSUMOS:		VALORES	
Esterco de gado como inoculante da pilha		15.000 kg	
Esterco de galinha como inoculante da pilha		10.000 kg	
Óleo diesel (transporte)		6 L	
Restos culturais		1500 kg	
MÃO DE OBRA:			
Confecção, manejo e transporte de restos culturais		5 D/H	
Roçada e trituração manual dos restos culturais		3 D/H	
Reviramentos (2 vezes)		2 D/H	
Irrigações		1 D/H	
VALORES CALÓRICOS:			
Esterco de galinha ¹		30 kcal kg ⁻¹	
Esterco de gado ¹		15 kcal kg ⁻¹	
Óleo diesel ²		8.484 kcal litro ⁻¹	
Mão de obra (500 kcal por hora) ¹		4.000 kcal dia ⁻¹	
Restos culturais ¹		15 kcal kg ⁻¹	
TOTALIZAÇÃO E CUSTOS ENERGÉTICOS:			
Discriminação	Quantidade		Calorias
Esterco de gado	15.000	Kg	225.000
Esterco de galinha	10.000	Kg	300.000
Restos culturais	1500	Kg	22.500
Óleo diesel	6	L	50.904
Mão de obra	11	D/H	44.000
Total compostos -4,5m ³ (50% umidade)	1125	kg	642.404
Custo por tonelada	571,03	Kcal	

Fonte: ¹ Pimentel (1984) citado por Ferraro Junior (1999), ² Ministério (2005).

A demanda energética consumida foi calculada na forma de insumos, mão de obra, obteve-se valores diferentes do total de composto a 50% de umidade final e o custo por toneladas de cada propriedade.

A compostagem transforma materiais grosseiros, como palhada e estrume, em matérias orgânicas utilizáveis na agricultura. Restos de alimentos, esterco animais, aparadas grama, folhas saudáveis, galhos, restos de culturas saudáveis entram na produção do composto.

Na tabela 3.3, verifica-se o gasto total de 9 D/H (dia / homem) com mão de obra para obtenção de 562,5 kg de compostos, o custo total por tonelada de composto orgânico do produtor 2 é 657,66 kcal.

Tabela 4.3 - Custos energéticos da produção de composto orgânico com 50% de umidade da propriedade nº 2.

INSUMOS:		Valores	
Esterco de gado como inoculante da pilha	11.000	Kg	
Esterco de galinha como inoculante da pilha	4.000	Kg	
Óleo diesel (transporte)	4	L	
Restos culturais	1000	Kg	
MÃO DE OBRA:			
Confecção, manejo, transporte de restos culturais	4	D/H	
Roçada e trituração manual dos restos culturais	3	D/H	
Reviramentos	1	D/H	
Irrigações	1	D/H	
VALORES CALÓRICOS:			
Esterco de galinha ¹	30	Kcal kg ⁻¹	
Esterco de gado ¹	15	Kcal kg ⁻¹	
Óleo diesel ²	8.484	Kcal litro ⁻¹	
Mão de obra (500 kcal por hora) ¹	4.000	Kcal dia ⁻¹	
Restos culturais ¹	15	Kcal kg ⁻¹	
TOTALIZAÇÃO E CUSTOS ENERGÉTICOS:			
Discriminação	Quantidade		Calorias
Esterco de gado	11.000	Kg	165.000
Esterco de galinha	4.000	Kg	120.000
Óleo diesel	4	L	33.936
Restos de cultura	1000	Kg	15.000
Mão de obra	9	D/H	28.000
Total compostos- 2,25m ³ (50% umidade)	562,5	Kg	369.936
Custo por tonelada	657,66	Kcal	

Fonte: ¹ Pimentel (1984) citado por Ferraro Junior (1999), ² Ministério (2005).

Na tabela 3.4, verifica-se o gasto total de 11 D/H (Dia/ Homem) para obtenção de 750 kg de compostos, o custo total por tonelada de composto orgânico do produtor 3 é 623,91 kcal.

Tabela 4.4 - Custos energéticos da produção de composto orgânico com 50% de umidade da propriedade nº 3.

INSUMOS:		VALORES	
Esterco de gado como inoculante da pilha		10.000	Kg
Esterco de galinha como inoculante da pilha		6.000	Kg
Óleo diesel (transporte)		4	L
Restos culturais		4.000	Kg
MÃO DE OBRA:			
Confecção, manejo, transporte dos restos culturais		5	D/H
Roçada e trituração manual dos restos culturais		3	D/H
Reviramentos		2	D/H
Irrigações		1	D/H
VALORES CALÓRICOS:			
Esterco de galinha ¹		30	Kcal kg ⁻¹
Esterco de gado ¹		15	Kcal kg ⁻¹
Óleo diesel ²		8.484	Kcal litro ⁻¹
Mão de obra (500 kcal por hora) ¹		4.000	Kcal dia ⁻¹
Restos culturais ¹		15	Kcal kg ⁻¹
TOTALIZAÇÃO E CUSTOS ENERGÉTICOS:			
Discriminação	Quantidade		Calorias
Esterco de gado	10.000	Kg	150.000
Esterco de galinha	6.000	Kg	180.000
Óleo diesel	4	L	33.936
Restos culturais	4.000	Kg	60.000
Mão de obra	11	D/H	44.000
Total compostos- 3m³ (50% umidade)	750	Kg	467.936
Custo por ton.	623,91	Kcal	

Fonte: ¹ Pimentel (1984) citado por Ferraro Junior (1999), ² Ministério (2005).

Os agricultores estão adotados a prática de fazer o composto orgânico, demanda maior mão de obra e tempo, mais apresenta elevada viabilidade econômica, comparando com o adubo químico os gastos com energia são menores.

Segundo Souza (2006) o custo total de um monte de 36 m³ foi de R\$ 284,10 para produção de 9 toneladas de composto. Obtendo um custo médio de R\$ 31,60 por tonelada do produto, comparando com outros insumos é uma alternativa econômica.

Na tabela 3.5, verifica-se os custos energéticos da propriedade 4. O gasto total de mão de obra foi de 10 D/H (Dia/ Homem) para obtenção de 500 kg de compostos, o custo total por tonelada de composto orgânico foi 777,87 kcal.

Tabela 4.5 - Custos energéticos da produção de composto orgânico com 50% de umidade da propriedade nº 4.

INSUMOS:		VALORES	
Esterco de gado como inoculante da pilha		12.000	Kg
Esterco de galinha como inoculante da pilha		4.000	Kg
Óleo diesel (transporte)		4	L
Restos culturais		2	Kg
MÃO DE OBRA:			
Confecção, manejo transporte dos restos culturais		4	D/H
Roçada e trituração manual dos restos culturais		3	D/H
Reviramentos		2	D/H
Irrigações		1	D/H
VALORES CALÓRICOS:			
Esterco de galinha ¹		30	Kcal kg ⁻¹
Esterco de gado ¹		15	Kcal kg ⁻¹
Óleo diesel ²		8.484	Kcal litro ⁻¹
Mão de obra (500 kcal por hora) ¹		4.000	Kcal dia ⁻¹
Restos culturais ¹		15	Kcal kg ⁻¹
TOTALIZAÇÃO E CUSTOS ENERGÉTICOS:			
Discriminação	Quantidade		Calorias
Esterco de gado	12.000	Kg	180.000
Esterco de galinha	4.000	Kg	120.000
Óleo diesel	4	L	33.936
Restos culturais	1.000	Kg	15.000
Mão de obra	10	D/H	40.000
Total compostos- 2m³ (50% umidade)	500	Kg	388.936
Custo por tonelada	777,87	Kcal	

Fonte: ¹ Pimentel (1984) citado por Ferraro Junior (1999), ² Ministério (2005).

Na tabela 3.6 podemos verificar os custos por tonelada do composto orgânico produzido pelo produtor 5, o custo energético dos insumos, a mão de obra emprega para obter a compostagem (na irrigação, confecção, reviramento e outros) e os valores calóricos do esterco de gado e galinha, dos restos culturais e óleo diesel.

O gasto total com a mão de obra foi de 12 D/H (Dias/ Homem) para obtenção de 250 kg de compostos, o custo total por tonelada de composto orgânico foi de 1.497,74 kcal.

Tabela 4.6 - Custos energéticos da produção de composto orgânico com 50% de umidade da propriedade nº 5.

INSUMOS:		VALORES	
Esterco de gado como inoculante da pilha	11.000	Kg	
Esterco de galinha como inoculante da pilha	4.000	Kg	
Óleo diesel (transporte)	4	L	
Restos culturais	500	Kg	
MÃO DE OBRA:			
Confecção, manejo e transporte dos restos culturais	4	D/H	
Roçada e trituração manual dos restos culturais	5	D/H	
Reviramentos	1	D/H	
Irrigações	2	D/H	
VALORES CALÓRICOS:			
Esterco de galinha ¹	30	Kcal kg ⁻¹	
Esterco de gado ¹	15	Kcal kg ⁻¹	
Óleo diesel ²	8.484	Kcal litro ⁻¹	
Mão de obra (500 kcal por hora) ¹	4.000	Kcal dia ⁻¹	
Restos culturais ¹	15	Kcal kg ⁻¹	
TOTALIZAÇÃO E CUSTOS ENERGÉTICOS:			
Discriminação	Quantidade		Calorias
Esterco de gado	11.000	kg	165.000
Esterco de galinha	4.000	kg	120.000
Óleo diesel	4	L	33.936
Mão de obra	12	D/H	48.000
Restos culturais	500	kg	7.500
Total compostos (1m³)- 50% umidade)	250	kg	374.436
Custo por tonelada	1.497,74	Kcal	

Fonte: ¹ Pimentel (1984) citado por Ferraro Junior (1999); ² Ministério (2005).

4.3.2 Cultivo Orgânico da Cenoura

As cenouras orgânicas produzidas nas propriedades rurais no Vale do Ivaí, especificamente na região de Marilândia do Sul e Jandaia do Sul, necessitam de baixa quantidade de insumos, os seus gastos são maiores com sementes, irrigação e serviços manuais.

A média de entrada de energia em 1 hectare de cenoura foi de 1.933.523 kcal, possibilitando a produção de 5.500.000 kcal de energia na colheita obtendo saldo energético positivo. A média do balanço energético foi 2,84 calorias por calorias gastas no processo de produção (**tabela 3.7**). Os valores do balanço energético variaram de 2,84 até 3,05 Kcal.

Tabela 4.7 - Coeficientes energéticos médio da produção de 1 ha de cenoura no sistema orgânico de produção - Vale do Ivaí - PR, 2010.

Especificação	Unidade	Valor Unitário (kcal)	Quantidade	Valor total (kcal)
1. INSUMOS				
Composto Orgânico	t	784	80	62.742
Sementes	Kg	78.670	8	629.360
2. SERVIÇOS				
Mecânicos				
Aração		136.010		136.010
Gradagem		47.976		47.976
Enxada rotativa (microtator)		10.035		10.035
Manuais				
Preparo do solo	D/H	4.000	31	124.000
Distribuição dos compostos	D/H	3.600	8	28.800
Plantio	D/H	1.500	6	9.000
Desbaste	D/H	1.500	72	108.000
Adubação em cobertura	D/H	1.500	10	15.000
Capinas (mãos)	D/H	2.400	35	84.000
Capinas (enxada)	D/H	4.000	28	112.000
Colheita	D/H	2.400	30	72.000
Lavagem	D/H	2.400	9	21.600
3. OUTROS				
Irrigação	ha	473.000		473.000
Total de gastos (A- Entradas)				1.933.523
Produção comercial (B- Saídas)	kg	500	11.000	5.500.000
Balanco Energético (B/A)				2,84

Conforme relatam diversos autores (PIMENTEL, 1980; GÂNDARA, 1998; FERRARO JÚNIOR, 1999 e GLIESSMAN, 2000), os sistemas orgânicos geralmente tendem a consumir menos energia de fontes não-renováveis, concentrando grande parte de seus gastos energéticos em fontes renováveis.

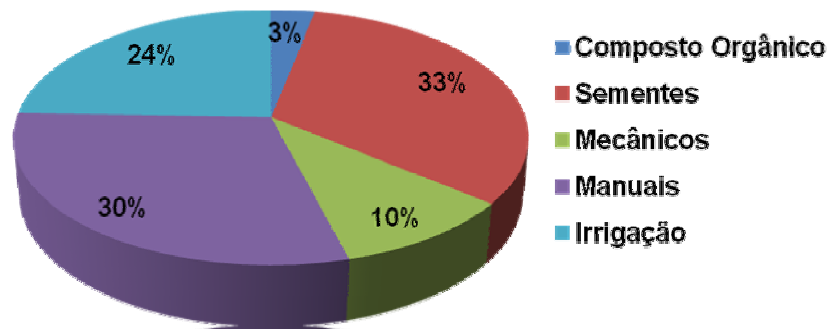
No trabalho realizado por Souza (2006), no sistema orgânico o valor do balanço energético médio no cultivo da cenoura foi de 1,85 calorias por calorias gasta no processo produtivo, sendo que os valores variaram de 1,26 até 2,47 kcal já no cultivo convencional os valores foi de 2,32 calorias. Os gastos energéticos foram maiores com insumos e serviços, sendo semelhante com os resultados apresentado neste trabalho.

Os componentes de maiores custos calóricos do cultivo orgânico da cenoura foram os serviços manuais, as sementes e a irrigação. Os serviços manuais

realizados dentro das propriedades obtiveram média de custos energéticos com valores 574.400 kcal e 229 D/H (Dia/Homem).

A participação porcentual dos componentes nos custos energéticos pode ser observada na figura 3.1. As sementes e os serviços manuais tiveram os maiores custos, com 33% e 30% respectivamente.

Figura 4.1 - Média da participação relativa dos componentes nos custos calóricos de 1 ha de produção de cenoura no sistema orgânico. Região do vale do Ivaí- PR, 2010.



4.3.3 Cultivo Orgânico do Tomate

O tomate orgânico é uma cultura exige em muitos cuidados, possui grandes exigências nutricionais e é bem susceptível a um grande número de pragas e doenças. Necessita de uma maior demanda de insumos e serviços manuais, apresentando desta maneira maior custos de produção e maiores gastos energéticos na cadeia produtiva.

O total de entradas de energia necessária à produção de 1 hectare de tomate obteve média de 3.091.192 Kcal. Com produção limitada por questões diversas, com média de 12.140 Kg ha⁻¹ de frutos comerciais, a produção de energia de 3.035.000 kcal, causando balanço energético negativo na média de 0,98 calorias produzidas por caloria gasta.

Verifica-se na 3.8, o total de entradas de energia necessária á produção de 1 há e os gastos energéticos com composto orgânico, sementes, biofertilizantes, calda bordalesa, serviços mecânicos e manuais e a irrigação.

A ordem decrescente da participação dos principais componentes do cultivo do tomate, os maiores custos energético foram com os serviços manuais com

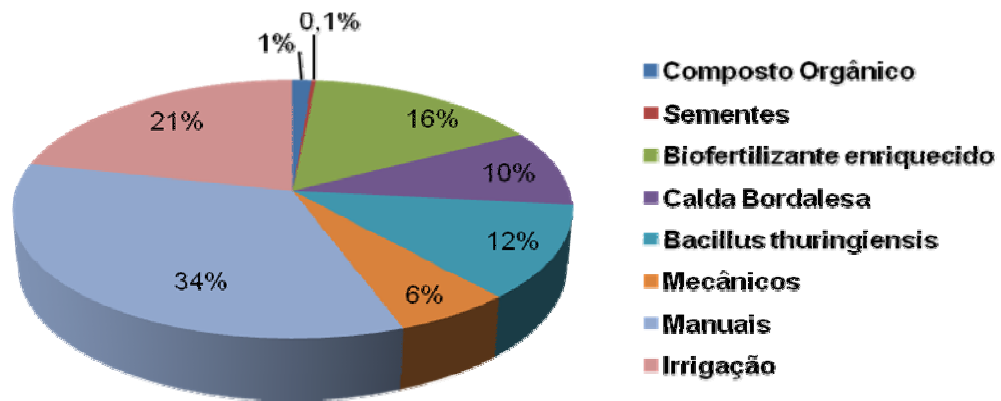
consumo de mão de obra de 376 Dias /Homens e 1.054.800 kcal representando 34%, a irrigação com 663.920 kcal, representando (21%), e os biofertilizantes com 480.000 kcal, representando (16%) (**Figura 3.2**).

No sistema convencional os maiores custos foram empregados com os adubos minerais e pesticidas relatado por Souza (2006).

Tabela 4.8 - Coeficientes energéticos médio da produção de 1 ha do tomate no sistema orgânico de produção- Vale do Ivaí - PR, 2010.

Especificação	Unidade	Valor Unitário (kcal)	Quantidade	Valor total (kcal)
1. INSUMOS				
Composto Orgânico	t	784	51	39.984
Sementes	g	36	254	9.144
Biofertilizante enriquecido	L	15	32.000	480.000
<i>Bacillus thuringiensis</i>	kg	60.393	6	362.358
Calda Bordalesa	L	33	9.000	297.000
2. SERVIÇOS				
Mecânicos				
Aração		136.010		136.010
Gradagem		47.976		47.976
Manuais				
Preparo da sementeira	D/H	1.500	4	6.000
Preparo do solo	D/H	4.000	15	60.000
Aplicação do biofertilizante	D/H	3.600	18	64.800
Aplicação do calda bordalesa	D/H	2.400	20	48.000
Distribuição dos compostos	D/H	3.600	25	90.000
Plantio	D/H	1.500	20	30.000
Capinas (enxada)	D/H	4.000	12	48.000
Estaqueamento	D/H	3.600	50	180.000
Amarrio, desbrota e capação	D/H	2.400	115	276.000
Pulverização	D/H	2.400	20	48.000
Amontoa	D/H	4.000	12	48.000
Colheita	D/H	2.400	45	108.000
Transporte	D/H	2.400	20	48.000
3. OUTROS				
Irrigação	ha	663.920		663.920
Total de gastos (A- Entradas)				3.091.192
Produção comercial (B- Saídas)	kg	250	12.140	3.035.000
Balanco Energético (B/A)				0,98

Figura 4.2 - Média da participação relativa dos componentes nos custos calóricos de 1 ha de produção de tomate no sistema orgânico. Região do Vale do Ivaí- PR, 2010.



A cultura do tomate no sistema orgânico obteve produção média de 12.140 Kg ha⁻¹. A conversão da produtividade em produção de energia, saídas na colheita, baseou-se no teor médio de 250 kcal g⁻¹, indicado por Franco, 1999, totalizando 3.035.000 Kcal ha⁻¹.

Ocorre alternância de balanços negativos e positivos entre as propriedades produtoras de tomate orgânico, visto que o balanço mínimo foi de 0,98 calorias e o máximo de 1,16 calorias.

Esse balanço energético é bastante semelhante ao valor médio de 0,94 calorias calculado por Comitre (1995) e de 0,97 calorias calculado por Souza (2006).

Segundo os autores Ferraro Junior, (1999) e Gliessman, (2000) os sistemas orgânicos geralmente tem menor consumo de energia de fontes não renováveis, concentrando grande parte dos gastos energéticos em fontes renováveis, como a matéria orgânica, mão de obra, biofertilizantes, caldas, restos de palhadas e etc.

O maior gasto de energia foi verificado no cultivo convencional de tomate nos plantios a céu aberto foram com os insumos e serviços. O balanço energético médio do sistema orgânico foi 0,97 contra 0,87 calorias o sistema convencional segundo relata Souza (2006).

No trabalho de Ozkan et al. (2004) as maiores participações foram com óleo diesel, nitrogênio, esterco e pela eletricidade. Mesmo com as elevadas entradas de energia, os rendimentos comerciais foram satisfatórios, obtendo balanço energético de 1,26, os índices foram bem maiores do que neste trabalho (0,98).

Comparando os resultados do cultivo da cenoura com o do tomate, as médias de rendimentos comerciais e a produção de energia foram melhores no cultivo da cenoura, proporcionando eficiência energética, gerando balanço energético médio positivo na cenoura e negativo no tomate, devido aos altos custos energéticos da irrigação, dos insumos e da grande quantidade de trabalho para produzir o tomate.

Para uma agricultura sustentável exige ajuste no padrão produtivo e mudanças nas estruturas. No sistema orgânico de olerícolas, os recursos energéticos utilizados na produção, são de fontes naturais, apesar da maior parte da energia ser de origem biológica, não se pode afirmar que o sistema orgânico é sustentável energeticamente.

A produção no sistema orgânico deve ter saldo de energia igual ou superior aos seus gastos que são as entradas, obtendo balanço energético igual ou superior a 1,00 para ser considerado sustentável energeticamente.

O serviço mecânico obteve gasto energético maiores no cultivo da cenoura, quando comparado com o do tomate devido ao preparo do solo e canteiros.

Os serviços manuais (mão de obra) foram maiores no cultivo do tomate do que da cenoura.

Das atividades que consomem energia, destacam-se a irrigação, a manufatura dos fertilizantes químicos, o uso de combustíveis e a fabricação da maquinaria agrícola. Nos fertilizantes químicos, os nitrogenados destacam-se por consumirem maior quantidade de energia na manufatura e serem adicionados em maiores quantidades, quando comparados aos potássios e fosfatados (Albuquerque et al. 2008).

Analisando a Tabela 4.9, verifica-se a média, máxima e a mínima renda bruta das propriedades produtoras de cenoura e tomate. A média da renda bruta por hectare de cenoura foi de R\$ 7.090,00 pra produtividade média de 11.000 kg/ha. Na cultura do tomate a renda média bruta por hectare foi de R\$ 8.780,00 e produtividade média de 12.140 kg/ha.

Tabela 4.9 - Renda bruta das culturas da cenoura e do tomate em sistema orgânico de produção. Vale do Ivaí- PR- 2010.

Cultura		Área total	Produtividade	Renda bruta (R\$)/ ha
	Média	7,06	11.000	7.090,00
Cenoura	Máxima	10,70	12.000	7.750,00
	Mínima	3,50	9.500	6.000,00
	Média	7,06	12.140	8.780,00
Tomate	Máxima	10,70	14.200	10.300,00
	Mínima	3,50	10.000	7200,00

As duas culturas demonstraram ser viáveis economicamente para os produtores, tendo boa procura e aceitação na região do Vale do Ivaí, constituindo uma boa renda e serviço para agricultura família. No **apêndice A** encontram-se dados detalhados sobre a renda bruta, produtividade e outras informações sobre as propriedades.

4.4 CONCLUSÃO

O cultivo da cenoura apresenta balanço energético médio positivo em quatro propriedades das cinco propriedades analisadas.

O tomate orgânico produzido nas propriedades analisadas é rentável economicamente, mas apresenta balanço energético negativo, contendo menos energia nos produtos colhidos do que a quantidade demandada nos seu processo produtivo.

Os componentes de maior custo energético nas olerícolas nas propriedades analisadas foram com os serviços manuais, a irrigação e os insumos.

Métodos orgânicos de produção, como rotação de culturas, plantio de adubos verdes, uso da composteira, minimizam a necessidade de insumos. Os sistemas orgânicos mostraram-se mais dispendiosos com operações manuais na maioria das culturas, os custos de produção nos sistemas orgânicos, de um modo geral, mostraram-se economicamente viável para a agricultura familiar.

A utilização de balanços energéticos auxilia na definição de novas técnicas na agricultura, proporcionando ao agricultor economia de energia e redução do custo de produção.

REFERENCIAS

- ALBUQUERQUE, F. A. et al. Análise energética do consórcio mamona com amendoim. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA*, 6., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: SEAGRI: Embrapa Algodão, 2008.
- BEN. **Balanco Energético Nacional, 2011**. Rio de Janeiro: EPE, 2011. 266 p.
- CERVINKA, V. Fuel and energy efficiency. *In: PIMENTEL, D. (Ed.) Handbook of energy utilization in agriculture*. Boca Raton: CRC Press, 1980. p.15 -23.
- COMITRE, V. A questão energética e o padrão tecnológico da agricultura brasileira. **Informações Econômicas**, v. 25, n. 12, p. 29-35, 1995.
- DOERINGIII, O. C. Accounting for energy in farm machinery and buildings. *In: PIMENTEL, D. (Ed.) Handbook of energy utilization in agriculture*. Boca Raton, Florida: CRC Press Inc., 1980. p. 9-14.
- FERRARO JÚNIOR, L. A. **Proposição de método de avaliação de sistemas de produção e de sustentabilidade**. 1999.131f. Tese (Mestrado) - USPESALQ. São Paulo. 1999.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 1999. 307p.
- GÃNDARA, F. C. **Produção de biomassa e balanço energético em agroecossistemas de produção de hortaliças, no Distrito Federal**. 1998. 70 p. Dissertação (Mestrado Ecologia)- Universidade de Brasília: UNB, Brasília, DF, 1998.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS, 2000. 653 p.
- LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS D. **O uso da irrigação no Brasil**. 13p. 2005. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>>. Acesso em: 20 de nov. 2011.
- MELLO, R. Um modelo para análise energética de agroecossistemas. **Revista de Administração de Empresas**, v. 29, p. 45-61, 1989.
- MINISTÉRIO DE MINAS ENERGIA. Balanço Energético Nacional (BEN). **Boletim Energético Nacional**, Brasília, 2005. p. 129.
- OZKAN, B.; KURKLU, A.; AKCAOZ, H. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. **Biomass & Bioenergy**, v. 26, n. 1, p. 89-95. 2004.
- PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press/ Cornell University New York: Boca Raton, 1980. 475 p.

PIMENTEL, D; BERARDI, G.; FAST, S. Energy efficiencies of farming wheat, corn and potatoes organically. In: **Organic farming and its role in a sustainable agriculture** 1984. p.151-161.

SOUZA, J. L de. **Balanço energético em cultivos orgânicos de hortaliças**. 2006. 207p. Tese (Doutorado de Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 2006. 560p.

5 CONCLUSÃO GERAL

O cultivo da cenoura apresentou balanço energético médio positivo, contendo mais energia nos produtos colhidos do que a quantidade de energia investida no seu processo de produção, já a cultura do tomate apresentou balanço energético médio negativo, onde a quantidade de energia investida na produção deste foi maior do que o retorno conseguido em valor energético.

A cultura do tomate demanda mais mão de obra e uso de insumos maiores por causa das pragas e doenças.

O cultivo das oleaginosas foi viável economicamente e o balanço energético foi positivo.

Os componentes de maior custo energético nas olerícolas foram os serviços manuais, irrigação e insumo, e nas oleaginosas nas propriedades analisadas foram os serviços mecânico e o serviço manual.

Uma maneira de diminuir os gastos energéticos nas propriedades orgânicas seria a implantação de métodos orgânicos de produção, como rotação de culturas, plantio de adubos verdes, uso da composteira, estes métodos minimizam a necessidade de insumos. O uso do plantio direto, cultivo mínimo aumentam a eficiência energética e diminui o consumo de combustíveis fósseis. Os sistemas orgânicos mostraram-se mais dispendiosos com operações manuais na maioria das culturas, os custos de produção nos sistemas orgânicos, de um modo geral, mostraram-se economicamente viável para a agricultura familiar.

A implantação dos balanços energéticos nas propriedades pode auxiliar ao produtor na definição de novas técnicas e manejos, proporcionando economia de energia e redução do custo de produção.

Os balanços energéticos das oleaginosas foram positivos, mas não oferecem a possibilidade de obter grandes quantidades de energia renovável a partir destas fontes, na situação atual.

São poucas as pesquisas na área de balanço energético e matéria-prima para produção de biodiesel e projetos que visem à produção do biodiesel a partir de culturas com importância regional. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento de variedades agrícolas mais aptas à fabricação do biodiesel; investimento em tecnologias de processo que promovam o adensamento energético

das espécies oleaginosas, aumentando a produtividade no campo, falta ao produtor familiar, capacitação e conhecimento de novas oleaginosas.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Base de Dados das Cultivares

Tabela 1 - Base de dados do desempenho produtivo, energético e renda bruta das culturas da cenoura e do tomate em sistema orgânico de produção. Vale do Ivaí- PR- 2010

Cultura	Produtor	Área (ha)	Produtividade	Saída energia(B)	Entrada energia (A)	Balanco energético (B/A)	Renda bruta (R\$)
CENOURA	1	9,00	12.500	6.250.000	2.055.154	3,04	8.200,00
CENOURA	2	7,26	12.000	6.000.000	1.970.070	3,05	7.750,00
CENOURA	3	10,70	10.000	5.000.000	1.832.054	2,54	6.500,00
CENOURA	4	3,50	11.000	5.500.000	1.957.504	2,79	7.000,00
CENOURA	5	4,84	9.500	4.750.000	1.868.024	2,41	6.000,00
Média		7,06	11.000	5.500.000	1.936.561	2,84	7.090,00
Máxima		10,70	12.000	1.970.070	2.055.154	3,05	7.750,00
Mínima		3,50	9.500	1.868.024	1.832.054	2,41	6.000,00

Cultura	Produtor	Área (ha)	Produtividade	Saída energia(B)	Entrada energia (A)	Balanco energético (B/A)	Renda bruta (R\$)
TOMATE	1	9,00	13.900	3.475.000	3.048.500	1,14	10.100,00
TOMATE	2	7,26	14.200	3.550.000	3.064.520	1,16	10.300,00
TOMATE	3	10,70	10.000	2.500.000	2.778.529	0,90	7.200,00
TOMATE	4	3,50	11.800	2.950.000	3.192.662	0,92	8.500,00
TOMATE	5	4,84	10.800	2.700.000	3.371.748	0,80	7.800,00
Média		7,06	12.140	3.035.000	3.091.192	0,98	8.780,00
Máximo		10,7	14.200	3.550.000	3.371.748	1,16	10.300,00
Mínimo		3,50	10.000	2.500.000	2.778.529	0,80	7200,00

APÊNDICE B

Base de Dados das Cultivares

Tabela 1 - Base de dados do desempenho produtivo, energético e renda bruta das culturas da soja e do girassol em sistema orgânico de produção. Vale do Ivaí- PR- 2010

Cultura	Produtor	Área (ha)	Produtividade	Saída energia(B)	Entrada energia (A)	Balanco energético	Renda bruta (R\$)
Girassol	1	10,70	1.650	948.750	466.868	2,03	3.700,00

Cultura	Produtor	Área (ha)	Produtividade	Saída energia(B)	Entrada energia (A)	Balanco energético	Renda bruta (R\$)
SOJA	2	10,60	3.100	1.410.000	890.980	1,58	2.500,00
SOJA	3	15,00	2.600	1.105.000	852.980	1,24	2.150,00
SOJA	4	9,00	2.500	1.108.000	881.970	1,26	2.100,00
SOJA	5	7,50	3.000	1.305.000	981.985	1,33	2.450,00
Média		10,16	2.800	1.232.000	901.979	1,37	2.300,00
Máximo		10,7	3.100	1.410.000	981.985	1,58	2.500,00
Mínimo		7,45	2.500	1.105.000	852.980	1,24	2.100,00

ANEXOS

ANEXO A

Valores energéticos adotados de insumos, serviços, materiais e outros com suas respectivas fontes bibliográficas.

1. Insumos, semente e outros

Especificação	Unidade	Valor energético (kcal)	Fonte bibliográfica
Insumos:			
Composto orgânico	t	Valor calculado para cada propriedade	Calculado, baseando-se nos valores calóricos de insumos e serviços das propriedades
Esterco de Galinha	t	30.000	Ferraro Junior (1999)
Resíduos orgânicos e esterco bovino	t	15.000	Pimentel (1984), citado por Ferraro Junior (1999)
Cinza vegetal	Kg	112	Souza (2006)
Biofertilizante	L	10	Calculado, baseando-se nos valores calóricos de insumos e serviços.
Cal virgem	Kg	2.408	Mello (1989)
Sulfato de cobre	Kg	400	Estimado com base em Ferraro Junior (1999)
Calda Bordalesa	L	33.08	Calculo do processo, estimado com base em Souza (2006)

Sementes	Unid.	Valor energético (kcal)	Fonte bibliográfica
Cenoura	Kg	78.670	Calculo pela matriz energética, baseado em Mello (1989)
Tomate	g	36	Estimado com base em Ferraro Junior (1999)
Girassol	Kg	7.987	Calculo pela matriz energética, baseado em Mello (1989)
Soja	Kg	1.573,44	Calculo pela matriz energética, baseado em Mello (1989)

Outros:			
Óleo Diesel	L	8.484	Dados da Petrobrás, citado por Ministério (2005)
Energia Elétrica	kWh	860	Boletim energético Nacional-Ministério (2005)

2. Serviços Mecânicos

Especificação	Unidade	Valor energético (kcal)	Fonte Bibliográfica
Mecânicos:			
Aração (trator + arado+ kcal + combustível + mão de obra)	Kcal/ha	136.010	Ferraro Júnior (1999)
Gradagem (trator + grade + kcal + combustível + mão de obra)	Kcal/ha	47.976	Ferraro Júnior (1999)
Rotativa (micro - trator + rotativa + combustível + mão de obra)	Kcal/ha	100.350	Souza (2006)
Semeadura	Kcal/ha	31.536,50	Ferraro Júnior (1999)
Cultivo	Kcal/ha	142.209	Ferraro Júnior (1999)
Colheita	Kcal/ha	168.463	Ferraro Júnior (1999)
Manutenção de terraços	Kcal/ha	27.567	Ferraro Júnior (1999)

3. Serviços Manuais

MANUAIS:	Unidade	Valor energético (kcal) /ha	Fonte bibliográfica
Preparo do solo	D/H	4.000	Todos os valores utilizados foram estimados em função de Ferraro Junior (1999) e Gliessman (2000)
Distribuição dos compostos	D/H	3.600	
Plantio	D/H	1.500	
Desbaste	D/H	1.500	
Adubação em cobertura	D/H	1.500	
Capinas (enxada)	D/H	4.000	
Capinas (manuais)	D/H	2.400	
Colheita	D/H	1.200	
Lavagem	D/H	1.200	
Preparo da sementeira	D/H	1.500	
Aplicação do biofertilizante	D/H	3.600	
Aplicação da calda bordalesa	D/H	2.400	
Estaqueamento	D/H	3.600	
Amarrio, desbrota e capação	D/H	2.400	
Pulverização	D/H	2.400	
Amontoa	D/H	4.000	

4. Irrigação

Especificação	Unidade	Valor energético (kcal)	Fonte Bibliográfica
Cenoura	ha	473.000	Estimado a partir de Lima <i>et al</i> (2005)
Tomate	ha	663.920	Estimado a partir de Lima <i>et al</i> (2005)

ANEXO B

Conversão de unidades de medidas de energia

Tabela 1 – Conversão de unidades de medidas de energia- Adaptada por Ferraro Junior (1999), Souza (2006) e Ministério (2005).

Medidas	BTU	Kcal	Joule	Hp	TEP	Kwh
1 BTU =	1	0,252	1.055	0,0004	$2,5 \times 10^{-8}$	0,00029
1 Kcal =	4	1	4.184	$5,0 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-7}$	$3,8 \times 10^{-7}$
1 Joule =	0,00095	0,000239	1	$3,7 \times 10^{-7}$	$2,39 \times 10^{-11}$	$2,8 \times 10^{-7}$
1 Hp =	2.500	640	2.700.000	1	-	0,77
1 TEP =	$4,0 \times 10^7$	$10,0 \times 10^6$	$41,84 \times 10^9$	-	1	$11,63 \times 10^3$
1 Kwh =	3.400	860	3.600.000	1,3	$8,6 \times 10^{-5}$	1

(K) Kilo = $\times 10^3$; (M) Mega = $\times 10^6$; (G) Giga = $\times 10^9$; (T) Tera = $\times 10^{12}$; (P) Peta = $\times 10^{15}$; (E) Exa = $\times 10^{18}$.