

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE LEITE BOVINO EM ÁREA DE PROTEÇÃO  
AMBIENTAL: APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENERGÉTICA NO MUNICÍPIO  
DE TORRE DE PEDRA/SP**

**MARÍSIA CRISTINA DA SILVA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP  
Setembro de 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE LEITE BOVINO EM ÁREA DE PROTEÇÃO  
AMBIENTAL: APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENERGÉTICA NO MUNICÍPIO  
DE TORRE DE PEDRA/SP**

**MARÍSIA CRISTINA DA SILVA**

Orientador: Prof. Dr. Osmar de Carvalho Bueno

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP  
Setembro de 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Silva, Marísia Cristina da, 1983-  
S586p      Produção sustentável de leite bovino em área de proteção ambiental: aplicação da análise energética no município de Torre de Pedra/SP / Marísia Cristina da Silva. - Botucatu : [s.n.], 2014  
            xiv, 162 f. : ils. color., grafs., tabs., fots. color.

            Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2014  
            Orientador: Osmar de Carvalho Bueno  
            Inclui bibliografia

            1. Balanço energético. 2. Agricultura familiar. 3. Bovino de leite. 4. Sustentabilidade. I. Bueno, Osmar de Carvalho. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: “PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE LEITE BOVINO EM ÁREA DE  
PROTEÇÃO AMBIENTAL: APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENERGÉTICA  
NO MUNICÍPIO DE TORRE DE PEDRA/SP”**

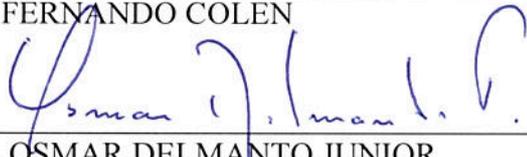
ALUNA: MARÍSIA CRISTINA DA SILVA

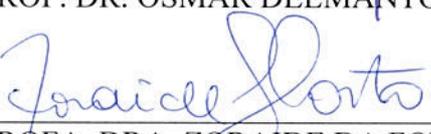
ORIENTADOR: PROF. DR. OSMAR DE CARVALHO BUENO

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. OSMAR DE CARVALHO BUENO

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. FERNANDO COLEN

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. OSMAR DELMANTO JUNIOR

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. ZORAIDE DA FONSECA COSTA

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. MARCO ANTONIO M. BIAGGIONI

Data da Realização: 29 de setembro de 2014

Aos meus pais, Sônia e Julio

A minha irmã, Maybi

Ao meu irmão e minha cunhada, Julio e Carolina

Com todo meu amor

**DEDICO**

A toda a minha família;

Aos amigos eternos

**OFEREÇO**

“If you believe in yourself and have dedication and pride and never quit, you'll be a winner. The price of victory is high but so are the rewards.”

*(Paul Bryant)*

“Desejo é realização antecipada. Cada um tem hoje o que desejou ontem e terá amanhã o que deseja hoje. Todo desejo, na essência, é uma entidade tomando a forma correspondente. A vida é sempre o resultado de nossa própria escolha.”

*(Francisco Cândido Xavier)*

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida e a chance de progredir.

Aos meus pais que ofereceram tudo que puderam para minha formação e o incentivo pela busca dos meus sonhos.

À minha irmã Maybi. Uma profissional ímpar, meu exemplo, minha inspiração e o meu porto seguro. Foi fundamental para a minha jornada no mundo acadêmico. Pra sempre. Obrigada por ser minha irmã e acreditar em mim.

Ao Professor Doutor Osmar de Carvalho Bueno, pela orientação exemplar do Doutorado e pelo apoio constante em momentos que eu acreditei não conseguir caminhar e finalizar. Não me abandonou. Muito obrigada.

Ao Professor Doutor Luiz César Ribas, que apostou e acreditou no meu potencial desde o primeiro momento no Projeto Intervivência Universitária. Com certeza, me tornei uma profissional após aprender diariamente tudo que precisava saber sobre ética, comprometimento, solidariedade, humildade e o principal: amar o meu trabalho. Meus agradecimentos serão eternos. Um grande amigo para a vida toda.

Ao Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia e seus funcionários, Mario Eduardo Bianconi Baldini, Nivaldo Antonio Diez e Marcos Noberto Tavares, pelo apoio constante desde a minha chegada. Obrigada pela amizade e carinho.

À Professora Doutora Izabel de Carvalho pelos ensinamentos, convivência e exemplo. Meu singelo agradecimento.

Ao Curso de Pós-Graduação em Energia na Agricultura e sua Coordenação, no ano que ingressei, e à Coordenação vigente. Professor Doutor Marco Antonio M. Biaggioni e Professor Doutor Adriano Wagner Ballarin; muito obrigada por acreditarem em mim e pelo incentivo e apoio ao estágio no exterior. À secretaria do programa, em especial à Gisele pelo carinho e amizade. Você é um exemplo.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamentos de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos no primeiro ano de doutoramento e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por financiar a grande parte do desenvolvimento do projeto de pesquisa e meu estágio no exterior,

sendo assim, fundamental para a realização do curso de doutorado. Meu sincero agradecimento.

À todos os colegas discentes do Curso de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, em especial ao discente Marcelo Denadai, pela convivência colaboração e amizade.

Aos funcionários da biblioteca do Lageado. Agradeço imensamente pela atenção e colaboração sempre prestativa. Obrigada.

Aos funcionários da Lanchonete Universitária, em especial à Elaine que esteve sempre por perto e depois colaborando com o Intervivência Universitária. Obrigada pela amizade.

À Seção de Pós-Graduação em função do tempo foi modificando o quadro de funcionárias, mais aqui deixo a lembrança. Obrigada Marlene, Jaqueline, Katia, Taynã e Regina.

À Prefeitura de Torre de Pedra e Associação de produtores de leite. Obrigada. Porém deixo aqui minha admiração e homenagem aos agricultores familiares do município e os demais espalhados por todo o Brasil, responsáveis pelos alimentos que chegam às mesas dos brasileiros dos os dias.

À todos os participantes do Intervivência Universitária. Desse projeto tão rico e humanamente ímpar, nasceu esse trabalho. Sem vocês nada seria possível. Obrigada.

To Centre for Sustainability (CSAFE): Agriculture - Food - Energy - Environment/University of Otago, New Zealand. Specially Dr. Christopher Rosin. You believed me and gave me the best opportunity in my life and in my career. My sincere thanks are eternal.

À Cainã Improta Ferreira, que mesmo com sua pouca idade em busca de suas experiências e conhecimentos no caminho árduo da vida, esteve sempre comigo. Você sabe o quanto me ajudou com esse trabalho. Sua admiração pelo que faço sempre me deu um pouco mais de coragem pra continuar. Obrigada sempre primo.

À Iara Bueno. O que dizer? A cada sessão você me ajudou a entender melhor, a descobrir e experimentar sem medo, me conhecer melhor e descobrir os meus valores como ser humano e profissional. Não foi fácil, e o seu apoio foi fundamental para não desistir. Dois tombos que deixaram duas cicatrizes, mas incontáveis ganhos que ficaram para sempre. Meu eterno obrigada.

À Regina de Oliveira (Dona Regina) e sua família linda. Na falta de minha Mãe esteve por perto, cuidando de mim em todos os sentidos. Meus sentimentos pela senhora serão eternos. Obrigada de coração.

To Henry Medary. Ours ways met in New Zealand and I never will forget your help and care. My interviews finished because you were there. You also part this thesis. Thank you for sharing a piece of your life with me.

Aos meus amigos eternos que estiveram sempre na caminhada dessa jornada que parecia breve. E o tempo passou e tudo foi se modificando, porém a conquista da tese de Doutorado finalmente se concretizou e cada um de vocês contribuiu de forma mais que sincera, mesmo os que estão tão longe de mim. Marcella, Thomás, Bernardo, Rafael, Joyce, Reni, Marcella, Ana Claudia, Jossimara, Nathalia, Leone, Mariana, Cristiane, Wellington, Aline, Silvia, Luiza, Maria Rosa, Erika, Indiamara, Raquel e Elissa. Obrigada sempre.

## SUMÁRIO

1 RESUMO .....	1
2 SUMMARY .....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA .....	8
4.1 Desenvolvimento rural sustentável.....	8
4.2 Agricultura Familiar .....	12
4.2.1 Importância de Associações para produtores rurais.....	15
4.3 Cenário da Pecuária de leite no Brasil e no Estado de São Paulo.....	18
4.3.1 Sistemas de produção de leite .....	23
4.3.2 Manejo alimentar de bovinos leiteiros .....	27
4.4 Contextualização da Área de Proteção Ambiental Corumbataí-Botucatu-Tejupá	29
4.4.1 A Importância da Pecuária de Leite na Gestão Ambiental da APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá (Perímetro Botucatu).....	35
4.4.2 Identificação dos sistemas de produção leiteira .....	37
4.5 Energia .....	38
4.5.1 Classificação de Energia .....	40
4.5.2 Agroecossistema.....	43
4.6 Análise energética.....	44
4.7 Fluxos de energia em sistemas agrícolas .....	46
4.8 Índices energéticos ou calóricos .....	48
4.9 Matriz energética .....	50
4.9.1 Entradas e saídas energéticas .....	51
4.9.1.1 Energia direta de origem biológica.....	51
4.9.1.2 Energia direta de origem fóssil.....	60
4.9.1.3 Energia indireta de origem industrial .....	61
4.9.1.4 Saídas energéticas.....	70

5 MATERIAL E MÉTODOS.....	71
5.1 Caracterização da área de estudo .....	71
5.2 Metodologia para coleta dos dados de campo .....	73
5.3 Coeficientes energéticos .....	75
5.3.1 Energia direta de origem biológica .....	76
5.3.1.1 Mão-de-obra .....	76
5.3.1.2 Sementes e mudas.....	77
5.3.1.3 Biocombustível.....	78
5.3.1.4 Suplemento concentrado para animais .....	78
5.3.1.5 Produção animal .....	78
5.3.2 Energia direta de origem fóssil.....	79
5.3.2.1 Combustível, óleo lubrificante e graxa.....	79
5.3.3 Energia indireta de origem industrial.....	80
5.3.4 Saídas energéticas .....	83
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	84
6.1 Tipificação dos sistemas de produção de leite.....	84
6.2 Operações do itinerário técnico dos sistemas A e B.....	89
6.2.1 Gradagem aradora .....	89
6.2.2 Gradagem niveladora .....	91
6.2.3 Calagem.....	92
6.2.4 Aplicação de herbicida .....	94
6.2.5 Plantio e adubação.....	95
6.2.6 Adubação em cobertura.....	97
6.2.7 Colheita manual do milho e cana-de-açúcar .....	99
6.2.8 Picagem e fornecimento de silagem de milho e cana-de açúcar .....	99
6.2.9 Fornecimento de farelo de soja .....	100

6.2.10 Manejo sanitário .....	101
6.2.11 Ordenha e refrigeração .....	102
6.2.12 Transporte interno .....	103
6.3 Participação das operações do itinerário técnico .....	104
6.4 Estrutura dos dispêndios energéticos .....	108
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	113
8. CONCLUSÃO .....	118
9 REFERÊNCIAS .....	119
APÊNDICE 1 .....	139
APÊNDICE 2 .....	144

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade animal no Brasil – 1985/2010* .....	19
Tabela 2 - Produção de leite no período de 01.01 a 31.12 e participações, relativa e acumulada, no total da produção, segundo as Unidades da Federação com as maiores produções em ordem decrescente – 2012. ....	20
Tabela 3 - Principais países produtores de leite no mundo – 2012. ....	21
Tabela 4 - Porcentagem média de importação de alguns fertilizantes no Brasil, 2012. .	82
Tabela 5 - Operações presentes nos Sistemas de produção 1 e 2. ....	89
Tabela 6 - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha <sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de gradagem (grade aradora). Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	90
Tabela 7 - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha <sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de gradagem (niveladora). Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	92
Tabela 8 - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha <sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de calagem. Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	94
Tabela 9 - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha <sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de aplicação de herbicida. Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	95
Tabela 10 - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha <sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de plantio e adubação. Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	97
Tabela 11 - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha <sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de adubação em cobertura. Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	98
Tabela 12 - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha <sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de colheita manual. Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	99

Tabela 13 - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha <sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de produção de silagem de milho e fornecimento de cana-de-açúcar picada. Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	100
Tabela 14 - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha <sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de fornecimento de alimentação suplementar. Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	101
Tabela 15 - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha <sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de manejo sanitário. Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	102
Tabela 16 - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha <sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de ordenha. Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	103
Tabela 17 - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha <sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de transporte interno. Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	103
Tabela 18 - Participação das operações do itinerário técnico no agroecossistema leiteiro dos sistemas A e B em MJ.ha <sup>-1</sup> e em porcentagem da matriz energética, Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	104
Tabela 19 - Participação das diversas formas de energia do itinerário técnico no agroecossistema leiteiro dos sistemas A e B em MJ.ha <sup>-1</sup> porcentagem da matriz energética, Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	106
Tabela 20 - Estrutura dos dispêndios por tipo, fonte e forma energia do itinerário técnico no agroecossistema leiteiro em MJ. ha <sup>-1</sup> , Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	110

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - PIB da cadeia do leite. Ano base 2007. ....	18
Figura 2 - Morros testemunhos – formação rochosa que se destaca isoladamente, como Morro do Bofete – popularmente conhecido como Gigante Deitado. ....	31
Figura 3 - Morro do Peru, morro testemunho no “Front” da Cuesta de Botucatu. ....	32
Figura 4 - Três Pedras. Morros Testemunhos localizado em Bofete. ....	32
Figura 5 - Mapa esquemático do Sistema Aquífero Guarani. ....	34
Figura 6 - Perímetro Botucatu da APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá. ....	35
Figura 7 - Projeção de produção nacional de leite – 2012/2013 a 2022/2023. ....	36
Figura 8- Tipos de energia presente nos alimentos. ....	58
Figura 9 - Torre de Pedra- motivo do nome da cidade. ....	72
Figura 10 - Localização do Município Torre de Pedra. ....	72
Figura 11 – Visita na Associação dos produtores e propriedades em Torre de Pedra/SP. ....	74
Figura 12 - Visita aos produtores associados - identificação dos sistemas de produção. ....	74
Figura 13 - Participações percentuais das operações do itinerário técnico. ....	107
Figura 14. Participações das diversas formas de energia do itinerário técnico. ....	108
Figura 15 -Estrutura dos dispêndios por tipo, fonte e forma de energia no agroecossistema leiteiro dos sistemas 1 e 2 em MJ.ha <sup>-1</sup> . (para cada operação), Torre de Pedra/SP ano 2012. ....	111
Figura 16 - Participação, por hectare, das diversas fontes de energia no agroecossistema leiteiro dos sistemas 1 e 2. ....	112

## LISTA DE APÊNDICE

Tabela AP 1 - Cálculo de necessidades calóricas para cada agricultor estudado. SISTEMA 1 .....	145
Tabela AP 2 - Suplemento forrageiro para animais nos sistemas 1 e 2.....	149
Tabela AP 3 - Jornada de trabalho, coeficientes de tempo de operação, mão-de-obra utilizada, modelo de máquina e ou implemento, consumo de óleo diesel, lubrificante e graxa, e outros dados de referência por operação do itinerário técnico do agroecossistema leiteiro.....	149
Tabela AP 4 - Cálculo de consumo de óleo diesel, lubrificante e graxa. ....	154
Tabela AP 5 - Valor calórico total por hectare dos insumos utilizados nos agroecossistemas leiteiro. Torre de Pedra/SP. Ano de produção 2012. ....	156
Tabela AP 6 - Peso de embarque dos tratores e pesos de implementos e pneus utilizados no agroecossistema leiteiro. Torre de Pedra/SP, produção 2012. ....	157
Tabela AP 7 - Massa de contrapesos. ....	157
Tabela AP 8 - Locais de lubrificação, volume utilizado, especificação do lubrificante e momento de troca por trator usado no itinerário técnico do agroecossistema leiteiro. Torre de Pedra/SP, ano agrícola 2012. ....	158
Tabela AP 9 - Vida útil e horas por ano de máquinas e implementos agrícolas. ....	158
Tabela AP 10 - Produção por área dos agroecossistemas leiteiro. Torre de Pedra/SP, produção 2012. ....	159
Tabela AP 11 - Produção e Produtividade dos agroecossistemas leiteiro. Torre de Pedra/SP, produção 2012.....	159
Tabela AP 12 - Produção em MJ.ha <sup>-1</sup> dos agroecossistemas. Torre de Pedra/SP, produção 2012. ....	159
Tabela AP 13 - Consumo de energia elétrica equipamentos utilizados no agroecossistema leiteiro.....	159
Tabela AP 14 - Depreciação energética de máquinas e implementos. ....	160

## **1 RESUMO**

A atividade agropecuária é uma das principais fontes de fornecimento de alimentos para a humanidade além de contribuir para o desenvolvimento local, regional, e nacional. Porém, quando não desenvolvida em bases social, econômica e ambientalmente sustentáveis, acarreta significativos impactos adversos ao meio ambiente. A necessidade em utilizar de forma eficiente os recursos naturais com mínimo impacto ambiental torna-se um desafio para solucionar o problema do uso e energia oriunda do meio ambiente. A organização dos sistemas produtivos da agricultura familiar proporciona melhor gestão dos recursos naturais locais, além de favorecer uma melhor organização econômica do ambiente na perspectiva de sustentabilidade. O município de Torre de Pedra/SP, que compõe a Área de Proteção Ambiental Corumbataí-Botucatu-Tejupá, Perímetro Botucatu, de tradicional vocação na produção de leite bovino, apresenta problemas de cunho ambiental e socioeconômico. O presente trabalho teve por objetivo identificar e analisar energeticamente os sistemas de produção de leite bovino em propriedades familiares no município de Torre de Pedra/SP. Foram realizadas visitas técnicas para coleta de dados quantitativos e qualitativos, por intermédio da aplicação de questionários semi-estruturados, juntamente a produtores de leite do município, capazes de estabelecer condições detalhadas de análise dos sistemas de produção a serem estudados. Assim, foram apontados possíveis gargalos quanto à dependência externa de fontes não renováveis de energia, tomando por base os anos de 2011 e 2012. Com a coleta de dados, foram avaliadas a energia direta, provinda de fontes biológicas e fósseis, e a

energia indireta de origem industrial; além das saídas energéticas para dois sistemas de produção denominados “sistema de produção 1” e “sistema de produção 2”. O sistema de produção 1 apresentou operações mecanizadas e a participação de fonte fóssil de energia. O sistema de produção 2 demonstrou-se mais simplificado comparado com o 1. Os resultados foram apresentados e discutidos sob as vertentes: sistemas de produção, operações do itinerário técnico, estrutura de dispêndios energéticos ou matriz energética e indicadores de energia cultural líquida; índices de eficiência energética e cultural do agroecossistema estudado. A energia bruta do produto leite obtida para o sistema de produção 1 foi de 9.163,29 MJ.ha<sup>-1</sup> e para o sistema de produção 2 de 7.115,82 MJ.ha<sup>-1</sup>. As operações que compõem o itinerário técnico do sistema de produção 1 produziram uma eficiência cultural de 0,66, ou seja, para cada unidade calórica aplicada no sistema, foi produzida apenas 0,66 unidade calórica. Sendo assim, para produzir uma unidade energética de leite, é necessária em média, a entrada de 1,52 unidades energéticas no sistema; já o sistema de produção 2 produziu uma eficiência cultural de 2,81, ou seja, para cada unidade calórica, foram produzidas 2,81 unidades calóricas sendo que para produzir uma unidade energética de leite, é necessária em média, a entrada de apenas 0,36 unidade energética no sistema. A energia cultural líquida, ligada à produtividade do sistema de produção 1, atingiu um déficit de - 4.759,49 MJ.ha<sup>-1</sup>, apresentando-se ineficiente do ponto de vista energético; já no sistema de produção 2, atingiu um valor de 4.587,253 MJ.ha<sup>-1</sup>. Verificou-se alta participação de energia direta de fonte biológica no sistema de produção 2 com 68,97% devido ao uso intenso do farelo de soja. O sistema de produção 1 apresentou certo equilíbrio para a entrada de energia direta e indireta com 49,50% e 50,50% respectivamente. O sistema de produção 1 apresentou valor inferior para o balanço energético de 4.985,46 MJ.ha<sup>-1</sup> comparado com o sistema de produção 2 de 7.115,82 MJ.ha<sup>-1</sup>. Energeticamente, o sistema de produção 2, apresentou-se sustentável, pois a energia aplicada para a produção de leite é inferior à energia produzida, além da não utilização de fonte fóssil de energia.

**Palavras-chaves:** balanço energético, agricultura familiar, APA perímetro Botucatu, bovinocultura de leite, sustentabilidade.

**SUSTAINABLE PRODUCTION OF DAIRY CATTLE IN AN ENVIRONMENTAL PROTECTIN AREA: ENERGETIC ANALYSIS APLICATION IN THE TORRE DE PEDRA/SP.** Botucatu, 2014. 156p.

Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARÍSIA CRISTINA DA SILVA

Adviser: OSMAR DE CARVALHO BUENO

## **2 SUMMARY**

Agricultural activity is considered one of main sources of food supply for humanity. It contributes to local, regional, and national development. However, the activity results in significant adverse environmental impacts when it is not developed based on social, economical and environmental sustainability aspects. The need of an efficient use of natural resources with a minimal environmental impact poses as a challenge when it is related to the solution of problems resulted from the use of energy sources coming from the environment. The establishment of organized productive systems for local farmers provides better management of local natural resources besides favoring, from a sustainability perspective, a better economic organization of the environment. The town of Torre de Pedra / SP is part of the Environmental Protection Area Corumbataí-Botucatu-Tejupa, Perimeter Botucatu The region has a traditional vocation for dairy farm production and it presents problems ranging from environmental to socioeconomic aspects. This project focus on the identification and analysis, with regards to energy, of bovine milk production systems in family farms located in Torre de Pedra/SP. There were performed technical visits to the farms in order to gather quantitative and qualitative data. The farmers were asked to respond to semi-structured questionnaires in order to help us to establish detailed conditions for the analysis of production systems to be studied. Thus, potential drawbacks related to the external dependence on non-renewable energy sources were identified based on the years 2011 and 2012. The direct energy, coming from biological and fossil fuel sources, and indirect energy coming from industrial sources, were measured based on the data collection as well as the energetic outflows of two

production systems denominated as Production Systems 1 and 2. The Production System 1 presented mechanized operations and the use of fossil energy source. The Production System 2 was more simplified compared with the 1. The results were presented and discussed under the headings: production systems, technical itinerary operations, structure of energy outlay or energy matrix and indicators of net cultural energy; indexes of both efficiency energy and cultural from the agro ecosystem studied. The gross energy of milk production obtained were equivalent to  $9.163,29 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$  and  $7.115,82 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$  for for the Production Systems 1 and 2, respectively. The operations composing the technical itinerary of the Production System 1 generated a cultural efficiency of 0.66, in other words, it was produced only 0.66 caloric unit for each caloric unit applied to the system. Thus, in order to produce a unit of milk energy, it is needed on average, an energy input of 1.52 units to the system so that it become more sustainable; the Production System 2 produced a cultural efficiency of 2.81, in other words, there were produced 2.8 caloric units for each caloric unit applied to the system. In order to produce a unit of milk, it is needed an input of only 0.36 energetic unit to the system, on average. The net cultural energy linked to the productivity of the Production System 1 reached a deficit of  $-4.759,49 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ , presenting as inefficient on the energy view point; on the other hand, Production System 2 reached a value of  $4.587,253 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ . There was observed a higher share of the direct biological source of energy on Production System 2 of 68.97% due to heavy usage of soybean-based meal. Production System 1 demonstrated a balance between the entry of direct and indirect energies of 49,50% and 50,50%, respectively. Furthermore, Production System 1 presented lower value for energy balance ( $4.985,46 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) compared to the Production System 2 ( $7.115,82 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Based on the energetic aspects of the performed analysis, it is clear that Production System 2 presented as sustainable since the energy input for milk production was lower than the energy output. The absence of the use of fossil fuels energy sources can also be presented as a factor for this energy efficiency system.

**Keywords:** energy balance, family farming, APA Perimeter Botucatu, dairy farm system, sustainability.

### **3 INTRODUÇÃO**

A atividade agropecuária é uma das principais fontes de fornecimento de alimentos para a humanidade além de contribuir para o desenvolvimento local, regional, e nacional. Porém, quando não desenvolvida em bases social, econômica e ambientalmente sustentáveis, acarreta significativos impactos adversos ao meio ambiente.

De modo particular observa-se que na produção de leite, como em muitas das atividades agropecuárias, fontes energéticas de origem não renovável são frequentemente utilizadas tais como, fertilizantes e óleo diesel.

A utilização dessas fontes tem por objetivo alcançar produção de leite em quantidade e qualidade suficiente para manter altos índices de produtividade em seus rebanhos, gerando assim renda ao setor em âmbito nacional e regional.

Por outro lado, essa utilização tem gerado problemas complexos relacionados não somente às questões ambientais como, também, sociais e econômicas que ensejam preocupação com a sustentabilidade da cadeia produtiva do setor leiteiro.

Neste sentido, a preocupação em desenvolver e implantar sistemas de produção sustentáveis, buscando o equilíbrio entre os pilares econômico, social, cultural e ambiental, vem ganhando importância em escala nacional e internacional.

A pecuária leiteira está presente em todo território brasileiro, destacando-se por seu caráter de complementaridade à renda no cenário da agricultura

familiar. A produção de leite no Brasil não é especializada em sua grande maioria, porém realizada por produtores familiares que estão incorporando de forma progressiva a tecnologia ao processo produtivo.

Dessa forma, a pecuária de leite familiar apresenta importância significativa para a economia do país, presente no estado de São Paulo, particularmente em municípios da região da Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu como Torre de Pedra.

A APA foi criada fundamentalmente para proteger atributos ambientais tais como a Cuesta Basáltica, os remanescentes de vegetação de Cerrado e Mata Atlântica, e as áreas de recarga do Aquífero Guarani.

Nesta região, em se tratando do aspecto social e espelhando o modelo “modernizante” de desenvolvimento rural, um dos fatores mais agravantes tem sido justamente o êxodo rural majoritariamente da população jovem.

Inserido no contexto, foi desenvolvido o “Projeto Agricultura Modelo: Capacitação em agricultura sustentável dos jovens da zona rural da APA de Botucatu”, com apoio de instituição de fomento e sediado pela Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP/Botucatu, no biênio 2009/2010. O referido projeto teve como objetivo, divulgar conhecimentos e proporcionar a apropriação de tecnologias adequadas, baseado na realidade local, de forma a apresentar alternativas com bases sustentáveis que contribuísse para fixação do jovem na área rural.

Algumas preocupações da sustentabilidade do município de Torre de Pedra foram evidenciadas ao longo do projeto como, por exemplo, produção de alimentos, geração de renda minimamente satisfatória, redução da agressão ao meio ambiente, conservação dos recursos naturais, além de efetuar a gestão ambiental dos resíduos agrícolas; motivos estes que evidenciam a necessidade de estudos mais aprofundados para a busca do desenvolvimento sustentável no município, bem como para a região.

Uma das maneiras de se proporcionar a gestão sustentável da atividade de produção de leite neste município, por conta de diversos aspectos, tais como a utilização de insumos de origem fóssil, se efetiva em estudos de análises energéticas. Realizando-se a análise energética de um agroecossistema, é possível compreender não somente o sistema em questão, mas também conhecer o processo de

desenvolvimento da sociedade local estudada e os meios adotados para o mesmo, que tomam como base a realidade presente.

A hipótese inserida ao presente estudo é que a dependência energética de fontes não renováveis de um agroecossistema leiteiro, no contexto da agricultura familiar seja significativa para que a busca por formas alternativas de produção de leite mais sustentáveis do ponto de vista energético proporcionem a utilização racional dos recursos naturais não renováveis.

Diante da importância da influência do desenvolvimento rural, da contribuição da agricultura familiar na economia do país, da pecuária leiteira para o estado de São Paulo e frente ao imperativo da gestão ambiental do município de Torre de Pedra, destaca-se a necessidade da busca de alternativas produtivas mais sustentáveis do ponto de vista energético e socioeconômico para os agricultores familiares produtores de leite bovino do município.

O objetivo do presente trabalho foi apresentar os sistemas familiares de produção de bovinos de leite de Torre de Pedra, analisar energeticamente esses sistemas destacando a sua dependência por energia externa e de fontes não renováveis, particularmente de fontes fósseis. A partir do estudo poderão ser indicadas alternativas de produção de leite bovino menos dependente de insumos externos.

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 Desenvolvimento rural sustentável**

A perspectiva desenvolvimentista, notoriamente predominante no período pós Segunda Guerra, surgiu para o crescimento econômico permanente com base no consumo abusivo de recursos naturais não renováveis, como condição básica e indispensável para que as sociedades tidas como subdesenvolvidas superassem o “atraso” e, atingissem o “progresso”, condição das nações e sociedades consideradas desenvolvidas. O problema gerado nesse processo, bem como as insuficiências desse enfoque já são bastante conhecidos, bastando lembrar que o reconhecimento da crescente insustentabilidade do modelo convencional de desenvolvimento resultou de uma série de eventos, obras e alertas que, ao longo dos últimos 50 anos, vêm despertando a comunidade científica e a opinião pública sobre a necessidade de novos enfoques, mais respeitosos com o meio ambiente, socialmente desejáveis, politicamente aceitáveis e viáveis sob o ponto de vista econômico (COSTABEBER; CAPORAL, 2003).

No século XX, a ideia de desenvolvimento ganha contornos mais definidos entre os países e regiões distantes dos centros da modernização. Em meados da década de 1950, o termo já era empregado tanto na literatura econômica, como na linguagem comum. Assim, tornou-se componente ideológico de suma

importância da civilização ocidental (WALLERSTEIN, 1974 citado por VALCESCHINI, 1985).

Vinculada à ideia de desenvolvimento, a noção de progresso que vigorou até a década de 1930, era interpretada como movimento inteiramente evolucionista, dirigindo-se ao crescimento e a ampliação do conhecimento. Esta não era restrita apenas à pesquisa científica, mas referia-se, sobretudo, à melhoria nas condições de vida da sociedade. Após os anos 30, o progresso foi identificado como desenvolvimento, sinônimo de crescimento econômico (ALMEIDA, 1997).

Wanderley (2000) ressalta que esse modelo de desenvolvimento (cujo sinônimo passa a ser crescimento econômico), propiciou a concentração da população nos espaços urbanos como resultado dos processos de industrialização e de urbanização, os quais trouxeram benefícios no modo de vida das pessoas, e que também ocasionou consequências nas áreas rurais, destacando-se o êxodo rural, fenômeno este que se avolumou, “esvaziou” o mundo rural de muitos de seus tradicionais habitantes, particularmente os que possuíam um ofício.

A autora ainda comenta que essa ideologia considerava a seguinte condição: se as nações periféricas alcançassem o desenvolvimento, toda população do país se beneficiaria. Tal fato não ocorreu na prática, ao contrário, houve um agravamento da pobreza da população, bem como da degradação ambiental, o que influenciou não apenas o processo de industrialização dos países pobres, mas também a transformação dos sistemas de produção na agricultura, pela implementação de um padrão único de desenvolvimento.

Este modelo era baseado em fontes de energia não renováveis (combustíveis fósseis), em sistemas de produção agropecuário e florestal altamente demandantes de *inputs* de energia e na transferência de recursos naturais dos países pobres para os países ricos, fazendo com que os ecossistemas fossem seriamente afetados (MENEGHETTI, [199-]).

De acordo com Navarro (2001), a noção de desenvolvimento rural, naquele período, certamente foi moldada pelo "espírito da época", com o ímpeto modernizante (significados e trajetórias), orientando as ações realizadas em nome do processo de modernização da agricultura.

De modo geral na agricultura, o desenvolvimento rural foi concebido como sinônimo de modernização e acarretou graves problemas no contexto

da sustentabilidade, do ponto de vista econômico, social e ambiental. Em virtude dos agroecossistemas carregarem um elevado grau de ineficiência energética, causando impactos ambientais, como por exemplo, a erosão dos solos, a poluição das águas e dos solos por nitratos, fosfatos e agrotóxicos, a contaminação dos agricultores e dos alimentos, a destruição das florestas, a diminuição da biodiversidade e dos recursos genéticos e a destruição dos recursos não renováveis (MENEGETTI, [199-]).

O desenvolvimento rural sustentável surge reconhecendo a “insustentabilidade” do modelo de desenvolvimento contemporâneo (SCHMITT, 1995).

Batistela (2000) afirma que a tendência atual sobre um novo modelo de desenvolvimento rural é baseado em duas perspectivas, sendo que a primeira visa arcar com consequências da implementação do modelo tradicional, ou seja, a degradação dos recursos naturais, do meio ambiente, bem como, o agravamento dos problemas socioeconômicos no campo, fatores que conduziram ao surgimento de questões relevantes das vias tradicionais de ascensão do desenvolvimento rural. A segunda baseia-se nas transformações estruturais em curso no meio rural, referentes às mudanças na dinâmica do trabalho e na conjuntura territorial e socioeconômica, onde se inicia uma nova perspectiva para a proposição de um modelo de desenvolvimento rural mais sustentável e menos agressivo. O autor ainda ressalta que nesse contexto originam-se as propostas pelo desenvolvimento rural sustentável.

Os impactos ambientais, que surgiram com a modernização, fizeram nascer à ideia de sustentabilidade. O componente “sustentável” da expressão refere-se exclusivamente ao plano ambiental, indicando a necessidade das estratégias de desenvolvimento rural incorporarem uma compreensão das chamadas “dimensões ambientais” (NAVARRO, 2001).

Vale destacar a necessidade de melhorar a eficiência na utilização dos recursos naturais, minimizando assim os impactos ambientais, bem como, a necessidade de estabilizar os níveis de consumo dos recursos naturais, tornando-se um desafio para solucionar o problema energético mundial (CERVI, 2009).

Ao analisar pela óptica histórica o processo de evolução tecnológica na agricultura, constata-se que esta sempre foi objeto das observações atentas dos que buscavam melhorias para as práticas correntes. Isto implicou um acúmulo de conhecimentos que possibilitasse ao ser humano dispor de tecnologias de produção agrícola que diminuíssem as restrições ambientais a esta atividade. Assim,

procurou-se sempre obter alimentos em qualidade e quantidade suficiente para garantir os padrões nutricionais e a sustentabilidade das diferentes sociedades (ASSIS, 2006).

Guivant (1997) comenta que a marginalização e a erosão dos conhecimentos dos agricultores familiares, destacando os países menos desenvolvidos, têm sido apontadas entre os vários desfechos negativos ocasionados pela difusão internacional de práticas, bem como, técnicas agrícolas modernas no período de pós-guerra. Tal desconsideração dos conhecimentos locais tem atravessado todas as fases do desenvolvimento rural.

No mesmo segmento a autora relata que como reação às abordagens linear e vertical que caracterizaram tal difusão, nas últimas décadas tem proliferado e ganhado crescente consenso, no meio das ciências sociais e agrárias, assim como em diversas entidades tais como, ONG's, agências de financiamento internacional e órgãos governamentais ligadas ao desenvolvimento rural, uma retórica que combina o apelo à sustentabilidade com a necessidade de recuperar tais conhecimentos locais. Faz-se necessário repensar o papel de agricultores e profissionais agrícolas, tanto na pesquisa quanto na extensão rural, especialmente no sentido de revalorizar as capacidades e as prioridades dos agricultores, envolvendo-os como participantes ativos em todas as fases do desenvolvimento e colocando os conhecimentos locais como elementos-chave na formulação de alternativas produtivas sustentáveis.

A modernização da agricultura deixou à margem a chamada agricultura familiar, importante categoria social, sempre presente na realidade brasileira. Muito embora, de acordo com Meneghetti ([199-]), a organização dos sistemas produtivos e a lógica econômica da agricultura familiar, quando comparada com a agricultura empresarial, proporciona melhor gestão dos recursos naturais locais, da terra e da água, além de favorecer a melhor organização econômica daquele ambiente, sempre dentro de uma perspectiva de sustentabilidade.

Vale destacar que:

[...] a agricultura familiar não é uma categoria social recente, nem a ela corresponde uma categoria analítica nova na sociologia rural. No entanto, sua utilização nos últimos anos, no Brasil, assume ares de novidade e renovação (WANDERLEY, 2000).

## 4.2 Agricultura Familiar

O termo agricultura familiar não é propriamente novo, mas seu uso recente, com ampla penetração nos meios acadêmicos, nas políticas de governo e nos movimentos sociais, adquire novas significações. Na literatura encontra-se diversas vertentes, dentre as quais pode-se destacar uma que considera que a moderna agricultura familiar é uma nova categoria, gerada no bojo das transformações experimentadas pelas sociedades capitalistas desenvolvidas e outra que defende ser a agricultura familiar brasileira um conceito em evolução, com significativas raízes históricas (ALTAFIN, 2005).

Abramovay (1992, p.33) diz que os primeiros estudos realizados na Europa com respeito ao conceito agricultura familiar consideraram que não há sentido em buscar as origens históricas para o mesmo como, por exemplo, estabelecendo uma relação com a agricultura camponesa [...] uma agricultura familiar altamente integrada ao mercado, capaz de incorporar os principais avanços técnicos e de responder às políticas governamentais não pode ser nem de longe caracterizada como camponesa.

O autor ainda considera que há distinção conceitual, cuja origem encontra-se nos diferentes ambientes sociais, econômicos, bem como culturais que caracterizam cada uma de forma distinta:

A própria racionalidade de organização familiar não depende da família em si mesma, mas, ao contrário, da capacidade que esta tem de se adaptar e montar um comportamento adequado ao meio social e econômico em que se desenvolve.

Lamarche (1993, p.14) comenta sobre a exploração familiar como conceito de análise, dizendo que “[...] corresponde a uma unidade de produção agrícola onde propriedade e trabalho estão intimamente ligados à família [...] tais como a transmissão do patrimônio e a reprodução da exploração.”

Denarti (2001) analisa que, anteriormente falava-se em pequena produção, pequeno agricultor e, um pouco antes, ainda se utilizava o termo camponês ao denominar o agricultor familiar.

Deminicis e Deminicis (2009) relatam que devido a diferentes denominações, há uma grande dificuldade de se conceituar agricultura familiar, porém

há necessidade de se delimitar, de forma adequada, este conceito, a qual relaciona, principalmente, com a maneira que devem ser tratadas as problemáticas deste segmento.

Abramovay (1992) afirma que o uso da expressão agricultura familiar no Brasil é muito recente e que até alguns anos atrás, os documentos oficiais usavam de maneira indiscriminada e como noções equivalentes “agricultura de baixa renda”, “pequena produção”, quando não “agricultura de subsistência”.

O autor ainda ressalta que a agricultura de países mais desenvolvidos, tais como a França e mesmo os Estados Unidos da América, têm como base a existência de unidades agrícolas familiares altamente produtivas; chamando a atenção para o fato de que a agricultura familiar não deveria ser entendida, necessariamente, como sinônimo de pequena produção – como ainda ocorre frequentemente no Brasil.

Embora entre os pesquisadores ainda não exista um conceito definido para a agricultura familiar, Abramovay (1998) comentou que o termo subentende que a gestão, a propriedade, bem como, o trabalho deve estar sob o controle da família.

O conceito de agricultura familiar conforme a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, apresentado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2006) destaca certos elementos para sua definição como: tamanho da propriedade (não detenha, a qualquer título, área maior do que quatro módulos fiscais); mão de obra predominantemente familiar nas atividades econômicas da propriedade; gestão e tomada de decisão obrigatoriamente familiar e obtenção de renda predominantemente oriunda das atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento.

Nesse cenário, ocorre a pluriatividade, onde mais de uma atividade agropecuária é realizada na mesma unidade familiar. De acordo com Fuller (1990), a pluriatividade fornece condições de análise mais precisas na forma como o trabalho é destinado pelas famílias em diversas atividades, de onde emergem padrões tanto individuais, bem como coletivos de distribuição do trabalho rural na unidade familiar.

Schneider et al. (2006) afirmam que a pluriatividade não só contribui para a produção de alimentos e geração de empregos, mas também com a preservação ambiental e a própria dinamização do espaço rural.

Dados do IBGE (2006) apontam que 4.367.902 estabelecimentos foram classificados como de agricultura familiar, representando 84,4% dos estabelecimentos brasileiros. Ocupando uma área de 80,25 milhões de hectares, ou seja, 24,3% da área ocupada pelos estabelecimentos agropecuários brasileiros. Sua contribuição na produção de alimentos é expressiva sendo de aproximadamente 87% na produção de mandioca, 70% de feijão, 46% do milho, 38% do café, 34% do arroz e destacando 58% do leite.

Ainda de acordo com os dados do IBGE (2006), mesmo com apenas 24,3% da área total dos estabelecimentos agropecuários, a agricultura familiar responde por 38% do valor bruto da produção gerada, o equivalente a R\$ 54 bilhões. A agricultura familiar conta com 74,4% do pessoal ocupado neste setor, são 12,3 milhões de pessoas, enquanto o agronegócio conta com somente 4,2 milhões. A agricultura familiar é a principal fornecedora de alimentos básicos e proteína animal para a população brasileira, embora ocupe menor área.

Para Guilhoto et al. (2007) o setor agropecuário familiar é lembrado por sua importância na absorção de emprego e na produção de alimentos, especialmente voltada para o autoconsumo, ou seja, focaliza-se mais as funções de caráter social do que as econômicas, tendo em vista sua menor produtividade e incorporação tecnológica. Entretanto, é necessário destacar que a produção familiar, além de fator redutor do êxodo rural e fonte de recursos para as famílias com menor renda, também contribui expressivamente para a geração de riqueza, considerando a economia não só do setor agropecuário, mas do próprio país.

É evidente a necessidade de ações de políticas públicas juntamente à agricultura familiar. No Brasil, em meados da década de 1990, com a implantação do Pronaf – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – ocorreram modificações importantes na constituição da rede de políticas para a agricultura no país, incorporando atores que até então estavam alheios aos acontecimentos que modelavam as políticas para o setor (MÜLLER, 2007).

Para Zoccal et al. (2004), o perfil da agricultura familiar é essencialmente distributivo e seus sistemas produtivos, aliados à maleabilidade de seu processo decisório, trazem imensas vantagens comparativas sob o prisma ambiental. Por isso, os benefícios de uma estratégia de desenvolvimento rural, que dê prioridade à promoção dessa categoria de produtor ou agricultor são extremamente relevantes.

Os referidos autores ainda ressaltam que a agricultura familiar reúne aspectos importantes: a família, o trabalho, a produção e as tradições culturais, portanto, pode ser considerada como aquela que, ao mesmo tempo em que é proprietária ou não, assume os trabalhos no estabelecimento. Essa classificação é independente da área disponível para cada produtor, da renda obtida na atividade, do nível tecnológico praticado ou mesmo do destino que a produção recebe.

Para Wanderley (1996, p.52) o agricultor familiar, mesmo que moderno e com aquisição de novas tecnologias, inserido ao mercado:

[...] guarda ainda muitos de seus traços camponeses, tanto porque ainda tem que enfrentar os velhos problemas, nunca resolvidos, que o torna fragilizado, nas condições da modernização brasileira, continua a contar, na maioria dos casos, com suas próprias forças.

Entre os agricultores familiares, a pecuária de leite é uma das principais atividades produtivas desenvolvidas, senão a principal na maioria das regiões brasileiras (ROSANOVA; RIBEIRO, 2010).

De acordo com os dados do IBGE (2006), a pecuária leiteira é considerada uma das principais atividades na produção familiar. Estando presente em 36% do total dos estabelecimentos classificados como de economia familiar, respondendo por 52% do valor bruto da produção total de leite. Dentre as regiões produtoras de leite oriundo da agricultura familiar, destacam-se as regiões Sul e Centro-Oeste do país (presente em 61% dos estabelecimentos do total das regiões com atividade leiteira no país). Em adição na região Sudeste, aproximadamente 44% das propriedades trabalha com a atividade leiteira e menores percentuais são observados nas regiões Norte e Nordeste (24%).

#### **4.2.1 Importância de Associações para produtores rurais**

De acordo com Brasil (2009), associação é a união de pessoas para o alcance de objetivos comuns. A Associação de produtores rurais tem origem fundamentalmente na necessidade de aglutinação de um determinado número de pessoas - produtores rurais e suas famílias, para resolverem problemas comuns, entre

outros, na área de educação, de saúde, da produção e comercialização de alimentos e produtos artesanais. A Associação de Produtores Rurais é, pois, conceituada como um tipo de organização civil, constituída de produtores rurais e suas famílias, com o objetivo de dinamizar o processo produtivo rural desenvolvendo ações em benefício da comunidade por eles constituída.

O associativismo rural só recentemente assumiu maior importância no cenário da representação política dos agricultores familiares, apesar de possuir uma longa trajetória no Brasil e especificamente no Estado de São Paulo. Excetuando-se situações particulares e localizadas, no geral a organização rural entre pequenos produtores é um fenômeno que adquire maior visibilidade apenas na segunda metade do século XX (CATI, 2011).

Mattosinho; Freire; Carvalho (2010) evidenciam que no âmbito rural, o associativismo ganhou certa importância porque tornou-se um instrumento para o alcance de objetivos mútuos, contribuindo significativamente para o desenvolvimento da cidadania e do poder de reivindicação de pessoas que até então desconheciam tais benefícios. Os autores ainda destacam que somente através da prática do associativismo será possível tornar real determinados objetivos para os produtores rurais.

A partir de 1985, o governo federal criou programas como, por exemplo, o Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural - PAPP, e passou a estimular e a induzir os pequenos produtores rurais a se organizarem sob a forma associativa, visando aumentar seus níveis de produção, produtividade e renda (BRASIL, 1986).

De acordo com Ganança (2006), através do incentivo das políticas públicas aos produtores rurais, as associações passaram a ser uma alternativa de inclusão dessa camada social que necessitava de oportunidades. Com a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e outros programas de empréstimos e incentivos para agricultores, geridos por bancos públicos oferecendo oportunidades de canalizar seus recursos para associações de produtores e agricultores; os governos acabaram incentivando a formação de um associativismo na área rural por meio destes financiamentos.

Pires (2003) ressalta que o processo acelerado de globalização dos mercados, acirra a competitividade entre as organizações para disputa por espaços dentro dos mercados em que atuam. Dessa maneira, a união de forças, via

associativismo, se constitui uma prerrogativa para a sustentabilidade da unidade produtiva e do negócio. O autor ainda aponta que no âmbito da agricultura familiar, a criação de associações vem sendo destacada pela literatura como um canal importante de produção, organização de produção, agregação de valor e de comercialização da produção agropecuária.

Costa e Ribeiro (1999) acentuam que o papel desempenhado pelas associações rurais é de extrema importância, já que elas acabam servindo de instrumento para o alcance de objetivos coletivos. Mas, especificando as associações de pequenos produtores rurais, percebe-se que para estes, é de suma importância à presença de associações no meio rural, pois através delas, podem ter acesso maior a bens e serviços, entretanto, para as grandes empresas, as associações podem significar uma ameaça, pois a introdução de novos intermediários políticos no meio rural, bem como, suas bandeiras de luta e meios de mobilização, proporcionam suporte para o desenvolvimento dos associados, podendo ser estes, futuros concorrentes no mercado leiteiro.

A união de produtores em associações proporciona diversas vantagens, tais como, aquisição de insumos, máquinas e equipamentos com menores preços e melhores prazos de pagamento, reúne esforços em torno de benefícios comuns como o compartilhamento dos custos da assistência técnica, tecnologias e capacitação profissional. Dessa forma, a atuação por meio das associações permite aos produtores participantes tornar mínimas dificuldades no meio rural, que são iguais ou semelhantes a todos, e propiciando assim um melhor desempenho para competir no mercado (KUNZLER, 2009).

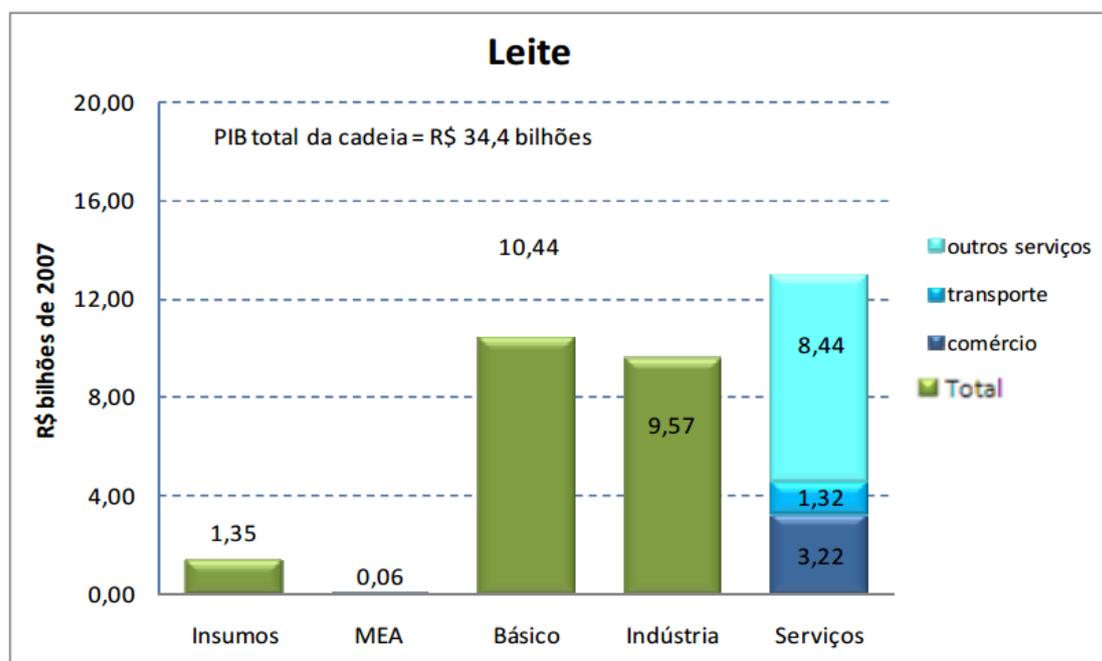
Mattosinho; Freire; Carvalho (2010) destacam que por meio de incentivos governamentais pode ser possível alavancar o associativismo, melhorando positivamente as condições de vida dos produtores rurais, obtendo como resultante, a viabilização de investimentos para o crescimento e desenvolvimento da associação e produção de seus associados.

### 4.3 Cenário da Pecuária de leite no Brasil e no Estado de São Paulo

É evidente a importância da participação da agropecuária no produto interno bruto (PIB). De acordo com Brugnaro e Bacha (2009), o Brasil apresentou participação da agropecuária no PIB com tendência declinante até 1993 (seguindo o padrão mundial), revertendo esta situação de forma consistente a partir de meados da década de 1990 até 2004.

A partir dos cálculos realizados pelo CEPEA (2011), para ano-base de 2007, obteve-se um PIB de R\$ 34,3 bilhões para a cadeia do leite (figura 1). O segmento de insumos contribuiu com R\$ 1,35 bilhão, as atividades de MEA (máquinas e equipamentos agrícolas) participaram com R\$ 57,7 milhões, as atividades agropecuárias contribuíram com R\$ 10,4 bilhões, a indústria de laticínios adicionou renda no montante de R\$ 9,5 bilhões e o segmento de Serviços contribuiu com R\$ 12,9 bilhões. Desses quase R\$ 13 bilhões, R\$ 1,3 bilhão se devem às atividades de transporte, R\$ 3,2 bilhões, às atividades de comércio e R\$ 8,4 bilhões, aos demais serviços relacionados com a cadeia.

**Figura 1** - PIB da cadeia do leite. Ano base 2007.



Fonte: CEPEA (2011)

A Tabela 1 apresenta o crescimento da produtividade de leite no país de 1985 a 2010, com valor estimado para o ano de 2011, de acordo com dados do IBGE (2010) citado por Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2012).

**Tabela 1** - Produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade animal no Brasil – 1985/ 2010\*.

<b>Ano</b>	<b>Volume produzido bilhões de litros</b>	<b>Vacas Ordenhadas mil cabeças</b>	<b>Produtividade (litros/vaca/ano)</b>
1985	12.078	17.000	710
1986	12.492	17.600	710
1987	12.996	17.774	731
1988	13.522	18.054	749
1989	14.095	18.673	755
1990	14.484	19.073	759
1991	15.079	19.964	755
1992	15.784	20.476	771
1993	15.591	20.023	779
1994	15.783	20.068	786
1995	16.474	20.579	801
1996	18.515	16.274	1.138
1997	18.666	17.048	1.095
1998	18.694	17.281	1.082
1999	19.070	17.396	1.096
2000	19.767	17.885	1.105
2001	20.510	18.194	1.127
2002	21.643	18.793	1.152
2003	22.254	19.256	1.156
2004	23.475	20.023	1.172
2005	24.621	20.820	1.183
2006	25.398	20.943	1.213
2007	26.134	21.122	1.237
2008	27.585	21.599	1.277
2009	29.105	22.435	1.297
2010	30.715	22.925	1.340
<b>* 2011</b>	<b>32.296</b>	<b>23.508</b>	<b>1.374</b>

Fonte: IBGE/Pesquisa da Pecuária Nacional

Elaboração: R. Zoccal - Embrapa Gado de Leite

Atualização: fevereiro/2012

\* 2011 Estimativa

O IBGE (2012) aponta que em 2011 o Brasil atingiu aproximadamente a produção de 32.096 bilhões de litros de leite (Tabela 2).

**Tabela 2** - Produção de leite no período de 01.01 a 31.12 e participações, relativa e acumulada, no total da produção, segundo as Unidades da Federação com as maiores produções em ordem decrescente – 2012.

Unidades da Federação com as maiores produções, em ordem decrescente	Quantidade de leite produzido no período de 01.01 a 31.12 em 2011 (1000 litros)	Participações no total da produção (%)	
		Relativa	Acumulada
<b>Brasil</b>	<b>32.096.214</b>	<b>100</b>	
Minas Gerais	8.905.984	27,6	27,6
Rio Grande do Sul	4.049.487	12,5	40,1
Paraná	3.968.506	12,3	52,4
Goiás	3.546.329	11,0	63,4
Santa Catarina	2.717.651	8,4	71,8
São Paulo	1.689.715	5,2	77,0
Bahia	1.079.097	3,3	80,4
Mato Grosso	722.348	2,2	82,6

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal 2012.

No ranking mundial o Brasil está entre os dez maiores produtores de leite bovino e em 2012, de acordo com dados da FAO, o Brasil produziu 32.304 bilhões de litros de leite, o qual é evidenciado na Tabela 3 (DAIRYCO, 2014).

A principal mudança no ranking mundial de produção de leite foi a passagem do Brasil para a quarta posição, ultrapassando a Rússia. Além disso, a Turquia também subiu uma posição no ranking, ultrapassando o Reino Unido e tornando-se o décimo maior produtor de leite do mundo.

**Tabela 3** - Principais países produtores de leite no mundo – 2012.

		Volume produzido
<b>Produção Mundial</b>		620.361.802
<b>Países</b>		
1°	<b>Estados Unidos da América</b>	90.865.000
2°	<b>Índia</b>	54.000.000
3°	<b>China</b>	37.767.991
4°	<b>Brasil</b>	<b>32.304.421</b>
5°	<b>Rússia</b>	31.576.047
6°	<b>Alemanha</b>	30.506.929
7°	<b>França</b>	23.983.197
8°	<b>Nova Zelândia</b>	20.053.000
9°	<b>Turquia</b>	13.884.000
10°	<b>Reino Unido</b>	15.977.837

Fonte: Daryco (2014)

Silva et al. (2003) ressaltam que a produção de leite, na década de 1990, passou por um profundo processo de transformação, tanto em termos estruturais, bem como operacionais, com o desenvolvimento de um ambiente competitivo, o que não ocorria anteriormente. Essas modificações foram mais fortemente influenciadas por cinco fatores principais:

- a) desregulamentação da produção e comercialização;
- b) abertura comercial ao exterior e instituição e consolidação do Mercosul;
- c) aceleração do processo de concentração, por meio de fusões e aquisições de laticínios e também de supermercados no segmento varejista;
- d) estabilização da moeda a partir do “Plano Real”; e,
- e) vertiginoso crescimento da oferta de leite tipo “longa vida”.

Vale destacar que a abertura comercial e a participação do País no Mercosul colocaram o produtor brasileiro frente a concorrentes detentores de baixos custos de produção e alta produtividade, como os da Nova Zelândia e da Argentina (SCHIFFLER et al., 1999).

Silveira (2010) afirma que essas transformações promoveram forte impacto no setor produtor de leite, exigindo uma série de ajustes e adaptações para se aproximar do nível de qualidade, volume e regularidade de produção exigida pelas indústrias, mercado varejista e consumidor.

Silva et al. (2003) apontam que a necessidade de ajustes do setor leiteiro nacional fez com que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), após consultas públicas, criasse o Programa Nacional de Qualidade do Leite (PNQL), lançado em maio de 1998, cujo eixo principal foi a definição de padrões de qualidade e identidade do leite.

De acordo com Brasil (2011), esses ajustes foram normatizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com a Instrução Normativa N° 62, de 29 de dezembro de 2011, estabelecendo normas de aperfeiçoamento e modernização da legislação sanitária federal sobre a produção de leite, com regulamentos técnicos para produção e transporte do produto.

Informações do Anualpec (2006) apontam que o estado de São Paulo, diante das crises entre 1996 e 2006, teve seu modelo produtivo altamente intensivo colocado em cheque, pois o referido modelo vinha sendo largamente adotado na pecuária leiteira. Isso resultou em maciças liquidações de rebanhos de alta produtividade, contribuindo para o resultado negativo. Porém, outros fatores também podem ter atuado no mesmo sentido, como o avanço da cana-de-açúcar e dos reflorestamentos, disputando espaço com a pecuária de leite.

É evidente que diante desses entraves, muitos produtores têm procurado novas alternativas para sobreviver em um mercado competitivo e aberto aos produtos importados, muitos deles subsidiados no país de origem. Tem-se observado uma busca incessante por tecnologias competitivas capazes de aperfeiçoar a produtividade, ampliar o volume de produção, minimizar os custos, melhorar a qualidade do leite e, ainda, como demanda mais recente, preservar o meio-ambiente. A necessidade dessa modernização parece ser decisiva para a pecuária leiteira tornar-se um empreendimento lucrativo, rentável, competitivo, bem como, sustentável (ASSIS; BARBOSA, SILVA (1999).

Porém, não há um padrão de produção de leite no Brasil, encontrando-se desde propriedades de subsistência, sem técnica de manejo, apresentando produção diária inferior a 10 litros; até propriedades com técnicas avançadas de manejo e produção diária superior a 60.000 litros de leite (ZOCCAL; ALVES; GASQUES; 2011).

A falta de um padrão de produção agropecuária, destacando a produção de leite no Brasil acaba prejudicando principalmente o agricultor familiar, que não consegue atingir um nível de produção que ofereça condições necessárias de sobrevivência no meio rural. Os agricultores acabam desistindo do trabalho no campo e buscando atividades no meio urbano que proporcionem renda mais elevada para a família, fortalecendo o fenômeno do êxodo rural. Salienta-se que a queda da produtividade do solo em terras agrícolas em função de manejo incorreto e a ausência de políticas e ações de desenvolvimento rural contribuem para tal fenômeno, não restando, portanto, outra alternativa que não seja deixar o campo na busca de novas formas de sobrevivência. (SILVA; RIBAS; TOMCHINSKY, 2012).

#### **4.3.1 Sistemas de produção de leite**

A atividade leiteira, presente em todo território nacional, apresenta como principal característica vasta variabilidade nos sistemas de produção. A caracterização dos modelos de sistemas de produção é fundamental para a identificação determinante e limitante do setor lácteo nacional e para a implementação de projetos regionais de desenvolvimento (STOCK et al., 2007).

Para Paciullo; Heinemann; Macedo (2005) uma das principais características da pecuária leiteira brasileira é que a mesma é praticada em todo território nacional, porém apresentando-se tecnicamente diferente. Devido as diferentes condições edafoclimáticas presentes nas regiões do Brasil, observa-se, a diversidade de sistemas de produção de leite. Nesses sistemas, encontram-se produtores altamente tecnificados e também tradicionais.

Vale salientar que o padrão racial e, conseqüentemente, o manejo alimentar são variáveis importantes na caracterização dos modelos de produção vigentes. Predominam-se rebanhos de animais mestiços das raças Holandês (H) e Zebu (Z). Entretanto, produtores mais especializados utilizam animais puros de raças taurinas especializadas para produção de leite (Holandês, Jersey e Pardo Suíço) ou zebuínas, principalmente Gir e Guzerá (EMBRAPA, 2005).

Já as raças não puras são utilizadas para a produção de leite e são encontradas em sistemas menos especializados, como a raça Girolanda. A raça é

resultado do cruzamento das raças Holandês e Gir, unindo a produção leiteira e mansidão de uma, com a rusticidade e adaptabilidade da outra. Sua capacidade de adaptação e resistência a condições adversas de ambiente deve-se a algumas características importantes tais como: capacidade de controle da temperatura corpórea, alta eficiência no aproveitamento de pastagens grosseiras e resistência a endo e ectoparasitos. As fêmeas são capazes de produzir leite a pasto, além de liquidez de mercado, hoje responsável por aproximadamente 80% do leite produzido em nosso país. A produção média por lactação chega a 3.600 kg, com duas ordenhas/dia e lactação média de 280 dias com 4% de gordura (DRASZEVSKI JUNIOR; REZENDE, 2013).

Blauw; Den Hertog; Koeslag (2008) apontam que há vários modos para se realizar criação de gado para a produção leiteira. A escolha de um sistema depende, principalmente, das condições locais, das condições climáticas, da infraestrutura, bem como da disponibilidade de terras e das tradições locais. Podem-se distinguir dos sistemas principais presentes no país.

De acordo com Battiston (1977), cada criador tem sua maneira própria de criar seu gado, praticando diferentes formas de manejo. O autor destaca as principais formas de criação como sistema extensivo de retiros, sistemas semi-intensivos e sistemas intensivos ou estabulação permanente.

Para EMBRAPA (2005), a pecuária leiteira no Brasil apresenta duas características marcantes: abrangência nacional e grande variabilidade nos sistemas de produção praticados. Todavia, não é possível utilizar somente uma variável, como critério exclusivo de tipificação, bem como, utilizar somente variáveis discretas como 'divisores d'água' para caracterizar diferenças nos modelos de produção.

Ainda de acordo com o autor acima, os sistemas de produção de leite no Brasil estão descritos a seguir:

- sistema extensivo: apresenta produtividade média por vaca ordenhada inferior a 1.200 litros de leite por ano (menos que 4 litros por dia); alimentação exclusivamente a pasto, suplementado apenas com sal comum; rebanhos constituídos de animais mestiços com alto grau de sangue de raças zebuínas ( $< 1/2$  HZ); vacas ordenhadas uma vez ao dia, com o bezerro ao pé; aleitamento natural, com desaleitamento aos seis/oito meses de idade; machos normalmente vendidos ou mantidos na propriedade até idade de abate; novilhas e vacas descartes vendidas para corte; controle sanitário precário ou

inexistente; instalações limitam-se a um curral onde os animais são ordenhados; assistência técnica eventual; predomina nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, e com menor frequência nas Regiões Sudeste e Sul, compondo o grande universo dos vendedores de leite informal.

- sistema semiextensivo: produtividade média por vaca ordenhada de 1200 a 2000 litros de leite (entre 3 a 5 litros por dia); alimentação a base de pasto e suplementação com volumosos diversos no período de menor crescimento das forrageiras tropicais; uso de concentrado (comerciais ou ingredientes simples como milho, caroço de algodão e farelo de trigo) variado de acordo com o nível de produção do rebanho, para vacas no primeiro terço da lactação; suplementos alimentares de volumosos com baixa qualidade, utilizando-se, de resíduos agrícolas e agroindustriais; rebanhos constituídos principalmente por animais mestiços HZ, com grau de sangue variando entre 1/2 e 7/8 HZ; vacas ordenhadas duas vezes ao dia; aleitamento natural com desaleitamento aos 8-10 meses de idade (alguns produtores adotam o sistema de aleitamento artificial com desaleitamento aos 2-3 meses de idade); machos normalmente vendidos ao desaleitamento; novilhas e vacas descartes vendidas para corte, mas há comércio ativo de animais produtivos entre produtores da mesma região; controle sanitário é melhor, mas ainda pode ser considerado precário; instalações geralmente simples, com maiores investimentos em salas de ordenha e resfriamento de leite; assistência técnica eventual, realizada por técnicos da extensão oficial, das cooperativas e das indústrias de laticínios; praticado nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste e em algumas áreas da Região Sul; modelo adotado por 8,9% dos produtores e contribui com 37,7% da produção nacional.

- sistema intensivo a pasto: produtividade média por vaca ordenhada, no modelo intensivo de produção a pasto de 2.000 a 4.500 litros de leite (5 a 12 litros por dia); alimentação a base de pasto, com gramíneas de alta capacidade de suporte, e suplementação com volumosos diversos durante o período de menor crescimento das forrageiras tropicais; alguns produtores suplementam com volumosos no cocho o ano todo; muitos produtores praticam a adubação e poucos irrigam as pastagens; uso de concentrado varia de acordo com o nível de produção do rebanho, sendo comum o concentrado comercial ou misturado na fazenda com ingredientes de boa qualidade

(milho, farelo de soja, caroço de algodão etc) para vacas durante toda a lactação; vacas secas e novilhas, durante o pré-parto, e bezerras; rebanhos constituídos principalmente por animais mestiços, com grau de sangue variando entre 1/2 HZ e Holandês PC, mas existem rebanhos com animais puros de origem taurina, predominantemente o Holandês; vacas ordenhadas duas vezes ao dia; aleitamento artificial, com desaleitamento aos 2-3 meses de idade; machos normalmente vendidos o mais cedo possível para abate; novilhas e vacas descartes vendidas para abate ou para outros produtores; melhores cuidados sanitários e assistência veterinária permanente; instalações simples com maiores investimentos em salas de ordenha e resfriamento de leite; assistência técnica predominantemente contratada, mas alguns produtores recebem assistência de profissionais autônomos ou de técnicos das cooperativas e indústrias de laticínios; predomina nas Regiões Sudeste e Sul, e em algumas áreas das Regiões Centro-Oeste e Nordeste. Recentemente, tem aumentado a sua taxa de adoção, principalmente por produtores do sistema semi-extensivo. O modelo é adotado por apenas 1,6% dos produtores de leite do País, mas produz cerca de 25% da produção nacional.

- sistema intensivo em confinamento: produtividade média por vaca ordenhada superior a 4.500 litros de leite (mais de 12 litros por dia); alimentação exclusivamente no cocho, baseada em alimentos conservados, geralmente silagem de milho e feno de alfafa ou gramíneas de alta qualidade; uso de concentrados é comum em todas as categorias de animais, com predominância das rações comerciais (em muitas propriedades a mistura é feita na fazenda); utilização de subprodutos de boa qualidade na formulação das rações; rebanhos são constituídos principalmente por animais puros de raças taurinas, mas há também produtores com animais mestiços de alto grau de sangue Holandês; vacas em lactação geralmente manejadas em regime de confinamento parcial ou total e algumas, dependendo do nível de produção, são ordenhadas três vezes ao dia; aleitamento artificial, com desaleitamento aos 2-3 meses de idade; uso de sucedâneos do leite é pequeno, mas tende a crescer; machos descartados o mais cedo possível, sendo a maioria vendida para abate e alguns para recria como futuros reprodutores; comércio de novilhas e vacas, sendo este uma fonte significativa de renda para o produtor; novilhas e vacas descartes vendidas para corte, mas há também comércio entre produtores de animais para reprodução; rebanhos com assistência

veterinária permanente e controle sanitário rigoroso; investimentos em estrutura são significativos, especialmente nas instalações para as vacas em lactação; assistência técnica e predominantemente contratada; predomina nas Regiões Sudeste e Sul; praticado por um número muito pequeno de fazendas ( $< 0,1\%$  do total), mas contribui com 4,6% da produção nacional.

#### **4.3.2 Manejo alimentar de bovinos leiteiros**

A dieta de uma vaca leiteira é composta tanto por alimentos volumosos como por alimentos concentrados, que devem ser fornecidos aos animais respeitando uma proporção para adquirir uma mistura de conteúdo nutricional satisfatório e que ao mesmo tempo seja economicamente viável (MATOS, 2002).

Ledic (2002) indica que para o fornecimento de alimento volumoso é necessária atenção com respeito à produção de forragem para o rebanho leiteiro. Essa deve ser considerada como fonte de alimentação de alto valor nutritivo, em virtude da capacidade digestiva e metabólica dos bovinos para ingerir e digerir plantas fibrosas. Pela óptica econômica e nutricional o uso de forragem para alimentação é de extrema importância, tendo em vista os preços relativamente baixos do leite, além do fato de aproximadamente  $2/3$  da matéria seca da dieta ser constituída por volumosos.

O manejo racional de pastagens para rebanhos leiteiros pode reduzir os custos de produção de leite, principalmente pela redução dos gastos com alimentos concentrados, com combustíveis e com mão-de-obra. Os investimentos com instalações na produção em pasto são reduzidos comparados com aqueles destinados ao abrigo de animais, bem como, maquinário quando comparados com sistemas em confinamento (MATOS, 2002).

Do ponto de vista agrônomo, Freixial; Barros (2012) ressaltam:

[...] por utilizar normalmente espécies com características distintas, complementares entre elas, as leguminosas com capacidade para fixarem simbioticamente o azoto atmosférico, desde que utilizadas em sistemas

sustentados e com recurso à sementeira direta na sua instalação, podem contribuir também para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas dos solos, podendo ser opções muito importantes para o estabelecimento de rotações agronomicamente coerentes.

A quantidade de forragem exigida pelas vacas pode variar de acordo com a maior ou menor exigência nutricional conforme o estado fisiológico dos animais. Pode-se denominar como alimento volumoso: forrageiras destinadas ao pastejo, às fornecidas verdes e picadas no cocho como capineiras e cana-de-açúcar; e as que são conservadas pela fermentação ou desidratadas, denominadas silagens e fenos (LEDIC, 2002).

Gonçalves; Borges; Ferreira (2009) apresenta os alimentos concentrados como os que possuem menos de 18% de fibra bruta (FB) na matéria seca e podem ser divididos em:

- concentrados energéticos: contêm menos de 20% de proteína bruta (PB). Como exemplo, têm-se: milho, sorgo, trigo, aveia, cevada, frutas, nozes e algumas raízes;
- concentrados proteicos: contêm mais de 20% de PB e têm-se como exemplo os farelos de soja, de amendoim, de girassol, de algodão, glúten de milho e alguns subprodutos de origem animal, tais como a farinha de peixe.

A utilização de alimentos concentrados para vacas leiteiras tem por objetivo suplementar os alimentos volumosos nas suas deficiências em termos qualitativos, bem como quantitativos. Em sistemas mais intensivos o uso do alimento concentrado tem por objetivo aumentar a produção de leite por animal. Devido ao seu elevado custo, é necessário racionalizar a sua utilização. Nesse sentido o primeiro aspecto a ser levado em conta, são as necessidades nutricionais dos animais, que estão influenciadas pelo peso, ordem de lactação, estágio de lactação e pela produção de leite, entre outros fatores (GOMES, 2002).

Em inúmeros casos, a adoção da suplementação com concentrados parece ser inevitável ao produtor, particularmente para vacas de médio e alto potencial no estágio inicial da lactação ou mesmo em períodos de baixa disponibilidade de pasto, quando esta suplementação é eficiente economicamente. Isto ocorre em virtude, também, destas vacas não apresentarem capacidade digestiva de ingerirem alimentos volumosos que atendam todas as suas necessidades. No período

pré-parto, essa alimentação tem por finalidade atender às necessidades da gestação, adaptar o rúmen e fazer com que atinjam o pico de lactação retornando ao cio, sem que ocorra balanço negativo da energia (LEDIC, 2002).

Gonçalves; Borges; Ferreira (2009) ainda apresentam mais 3 tipos de alimentos para o gado leiteiro:

- suplementos minerais: São fontes de macronutrientes, como cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), cloro (Cl), sódio (Na) e magnésio (Mg), expressos em percentagem, e de micronutrientes, como cobalto (Co), cobre (Cu), ferro (Fe), iodo (I) selênio (Se) e zinco (Zn), expressos em parte por milhão (ppm) ou miligrama por quilograma (mg/kg);
- suplementos vitamínicos: Constituem misturas de vitaminas que são adicionadas às rações para complementar as deficiências dos alimentos. São pouco utilizados em rações de ruminantes no Brasil
- aditivos: Os aditivos entram em pequenas quantidades nas rações e são compostos por antibióticos, corantes, anabolizantes, hormônios, antioxidantes, fungicidas, palatabilizantes, leveduras, tampões e enzimas fibrolíticas.

Um sistema de alimentação eficaz é baseado nos requerimentos nutricionais (proteína, energia, minerais e vitaminas) para cada categoria animal do rebanho e na composição química dos alimentos utilizados (EMBRAPA, 2002).

Atualmente, está crescendo o emprego, notadamente nos países mais avançados, de dietas completas (concentrados e forragens juntas) por razões de natureza nutricional, econômica e de facilidade de manejo (LUCCI, 1997).

#### **4.4 Contextualização da Área de Proteção Ambiental Corumbataí-Botucatu-Tejupá**

O conceito de Área de Proteção Ambiental, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC - Lei 9.985 de 18 de julho de 2000,) apresenta-se como uma unidade de conservação destinada a proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais ali existentes, objetivando a melhoria da

qualidade de vida da população local e para a proteção dos ecossistemas regionais (BRASIL, 2000).

Dentro da estrutura do SNUC encontram-se dois grupos de unidades de conservação: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável (BRASIL, 2000). As Unidades de Proteção Integral tem o objetivo de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos na Lei do SNUC. Já as Unidades de Uso Sustentável, têm por objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (BRASIL, 2000).

Dentro das tipologias das Unidades de Conservação de Uso Sustentável encontra-se a categoria “Área de Proteção Ambiental” (APA).

Art. 15, da Lei n. 9.985/2000 - A APA, segundo a lei do SNUC, “é uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais” (BRASIL, 2000).

Podem ser estabelecidas em áreas de domínio público e/ou privado, pela União, estados ou municípios, não sendo necessária a desapropriação das terras. No entanto, as atividades e usos desenvolvidos estão sujeitos a um disciplinamento específico. As APAs constituem uma importante categoria de unidade de conservação, apesar da complexidade das relações políticas, econômicas e sociais presentes nas áreas, que podem abranger mais de um município. Nesse contexto está inserido o Perímetro Botucatu da APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2000).

A Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí/Botucatu/Tejupá foi criada durante a gestão 1983-1987 de Franco Montoro no governo do estado de São Paulo pelo Decreto Estadual nº 20.960, de 08 de junho de 1983, Deliberação CONSEMA nº 142 de 12/12/1986, Lei Estadual n. 7.438 de 06 de julho de 1991 e Resolução SMA s/n de 11 de março de 1987 (1987) e apresenta uma área total de 6.492 km<sup>2</sup>. A Figura 6 apresenta o Perímetro Botucatu da APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá.

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente, Fundação Florestal (2000), no que se refere especificamente ao perímetro “Botucatu” da referida APA sua criação teve como objetivo proteger os cenários paisagísticos, representados pelas Cuestas Basálticas e os Morros Testemunhos, os recursos hídricos superficiais, o Sistema Aquífero Guarani e o patrimônio arqueológico e os remanescentes de vegetação nativa, especialmente o cerrado.

Os autores ainda ressaltam que a APA de Botucatu apresenta uma área de 218.306 hectares, resguardando a Serra de Botucatu e a formação denominada Cuestas Basálticas, entre os rios Tietê e Paranapanema, resultante do trabalho contínuo de erosão, que formou grandes plataformas rochosas que se destacam nos vales suaves ao seu redor. A vegetação natural apresenta-se diversificada sendo representada pela Floresta Latifoliada Tropical ou mata mesófila semidecídua de encosta; Floresta Latifoliada Tropical Semidecídua, situada na Depressão Periférica, além do Cerrado, que são refúgios da fauna local.

O território da APA de Botucatu se estende por aproximadamente 70% da área total dos municípios de Angatuba, Avaré, Bofete, Botucatu, Guareí, Itatinga, Pardinho, São Manuel e Torre de Pedra, apresentando belezas naturais paisagísticas da região do Aquífero Guarani (Figuras 2, 3 e 4). De acordo com Panorama Ambiental (2004) o conjunto destes municípios tem uma base econômica eminentemente agrícola (reflorestamento, pecuária e agricultura).

**Figura 2** - Morros testemunhos – formação rochosa que se destaca isoladamente, como Morro do Bofete – popularmente conhecido como Gigante Deitado.



Fonte: Área de Proteção Ambiental Botucatu (AMARAL, 2013).

**Figura 3** - Morro do Peru, morro testemunho no “Front” da Cuesta de Botucatu.



Fonte: Área de Proteção Ambiental Botucatu (AMARAL, 2013).

**Figura 4** - Três Pedras. Morros Testemunhos localizado em Bofete.



Fonte: Área de Proteção Ambiental Botucatu (AMARAL, 2013).

Em virtude do afloramento do Aquífero Guarani na região, a área da APA é uma das zonas de recarga desse importante e estratégico manancial

subterrâneo e, em razão disso, o coloca em situação de grande vulnerabilidade (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2000).

O Sistema Aquífero Guarani, é o maior manancial de água doce do planeta. Este se encontra distribuído por uma área de aproximadamente 1.196.500 km<sup>2</sup> (RIBEIRO, 2008).

Esse aquífero é constituído por várias rochas sedimentares pertencentes à Bacia Sedimentar do Paraná e resulta de diversas formações geológicas originadas no período Triássico e no período Jurássico (há 190 milhões de anos atrás). No período Triássico originaram-se as Formações Pirambóia e Rosário do Sul, no Brasil, e a Formação Buena Vista, no Uruguai. Remontam ao período Jurássico, por seu turno, as Formações Botucatu, no Brasil, Misiones, no Paraguai, e Tacuarembó, que ocorre na Argentina e no Uruguai (ROCHA, 1997).

De acordo com Ribeiro (2008), o Sistema Aquífero Guarani está geograficamente distribuído ao longo da porção Centro-Leste do continente sul-americano na seguinte proporção: Argentina (225.500 km<sup>2</sup>); Paraguai (71.700 km<sup>2</sup>); Uruguai (58.500 km<sup>2</sup>); e Brasil (840.800 km<sup>2</sup>). O Brasil, além de conter a maior parte das reservas subterrâneas, também conta com muitas áreas de recarga, o que lhe confere uma posição estratégica.

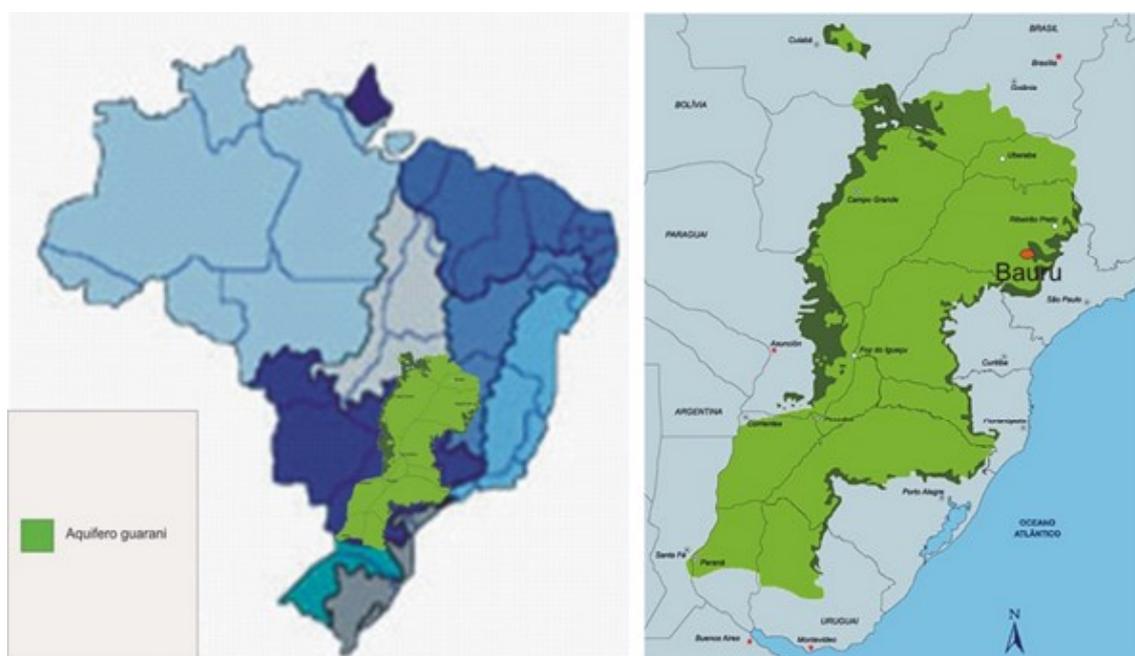
O autor ainda afirma que no Brasil, o Aquífero se dispersa geograficamente ao longo de oito Estados da Federação da seguinte maneira: Mato Grosso do Sul (213.200 km<sup>2</sup>); Rio Grande do Sul (157.600 km<sup>2</sup>); São Paulo (155.800 km<sup>2</sup>); Paraná (131.300 km<sup>2</sup>); Goiás (55.000 km<sup>2</sup>); Minas Gerais (52.300 km<sup>2</sup>); Santa Catarina (49.200 km<sup>2</sup>); e Mato Grosso (26.400 km<sup>2</sup>).

Na Figura 5 apresenta-se a distribuição espacial do Sistema Aquífero Guarani. Estima-se que o volume de água do Sistema Aquífero Guarani seria capaz de abastecer o dobro da população brasileira atual, cerca de 420 milhões de pessoas e, segundo Borghetti *et al.* (2004), a quantidade de água do Aquífero está em torno de 46.000 km<sup>3</sup>. Vale ressaltar que as áreas de recarga do Sistema Aquífero Guarani, podem captar cerca de 170 km<sup>3</sup>/ano ou 5.000 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> de águas de chuva.

Segundo o Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo, considerando-se perdas, com respeito ao Aquífero Guarani há um potencial de volume da ordem de 40 km<sup>3</sup>/ano como água utilizável (ARAÚJO *et al.*, 1995).

Este manancial subterrâneo, em particular no que concerne à região da APA de Botucatu (Figura 6), vem sendo utilizado para diversos fins, principalmente para a produção agropecuária e o abastecimento público, muito embora sem contar com uma estrutura organizada para a gestão dos recursos hídricos do Sistema Aquífero Guarani (RIBEIRO, 2008). O autor defende, ainda, que o uso desequilibrado destes recursos hídricos subterrâneos pode prejudicar a dinâmica da oferta da água.

**Figura 5** - Mapa esquemático do Sistema Aquífero Guarani.



Fonte: Adaptado de CAS/SRH/MMA (2001) por Borghetti *et al.* (2004).



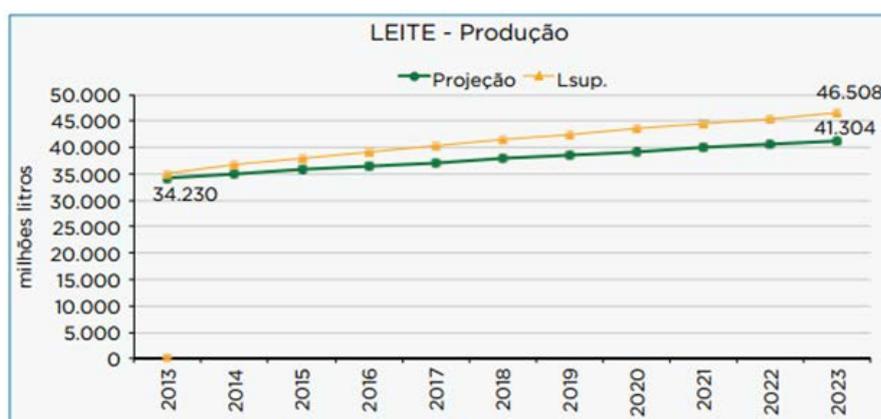
utilizadas fontes energéticas não renováveis como fertilizantes, agrotóxicos e óleo diesel. Essa utilização tem por objetivo alcançar produção de leite em quantidade suficiente para manter altos índices de produtividade em seus rebanhos, assim gerando renda ao setor em âmbito nacional e regional. Problemas ambientais, sociais e econômicos da atividade de produção leiteira ensejam a preocupação, conseqüentemente, com a questão da sustentabilidade da cadeia produtiva do setor leiteiro.

No ano de 2002, mais de 1,1 milhões de propriedades realizavam a atividade leiteira no Brasil, ocupando diretamente 3,6 milhões de pessoas, sendo também responsável por 40% dos postos de trabalho no meio rural (CARVALHO et al., 2008).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Sistema De Recuperação de Informações (IBGE, 2012) aponta que a produção nacional de leite em 2012 aproximou-se de 32,3 bilhões de litros produzido. A região sudeste atingiu 11,6 bilhões e o estado de São Paulo 1,69 bilhões de litros.

Para os próximos anos, a produção de leite nacional deverá crescer a uma taxa anual de 1,9% (Figura 7). Isso corresponde a uma produção de 41,3 bilhões de litros de leite cru no final do período das projeções, 20,7% maior do que a produção de 2013, que atingiu 34,2 bilhões de litros de leite (BRASIL, 2013).

**Figura 7** - Projeção de produção nacional de leite – 2012/2013 a 2022/2023.



Fonte: AGE/Mapa e SGE/Embrapa – Brasil (2013).

É interessante destacar, em termos de representatividade da atividade econômica vinculada à produção leiteira, o Escritório de Desenvolvimento

Rural (EDR) de Itapetininga, formado por 4 microrregiões com 14 municípios que contribuem, na sua totalidade, para a produção leiteira em 2012 com 93,6 milhões de litros. A microrregião de Tatuí contribuiu com 20 milhões de litros. Esta, por seu turno, abrange o município de Torre de Pedra que contribuiu com 595 mil litros de leite em sua microrregião com 1.193 vacas ordenhadas. Vale ressaltar que Torre de Pedra é um município desmembrado de Porangaba, que produziu no mesmo ano 2,25 milhões de litros de leite (IBGE, 2012).

Todavia esse cenário vem sofrendo expressivas modificações com a transformação de sua estrutura, bem como dos métodos operacionais desde o final da década de 90. Essa modificação vem ocorrendo não somente no país, mas também no estado paulista especificamente. Assim, ocorreu o desenvolvimento de um ambiente competitivo no mercado de leite (SILVA et al., 2003).

#### **4.4.2 Identificação dos sistemas de produção leiteira**

De acordo com Kleinschmitt (2011), os estudos de campo procuram muito mais o aprofundamento das questões propostas do que a distribuição das características da população segundo determinadas variáveis. Como consequência, o planejamento do estudo de campo apresenta maior flexibilidade, podendo ocorrer mesmo que seus objetivos sejam reformulados ao longo do processo de pesquisa.

A autora ainda ressalta que o estudo de campo averigua um único grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social, ou seja, ressaltando a interação de seus componentes. Assim, ele tende a utilizar muito mais técnicas de observação do que de interrogação. É basicamente realizada por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar as explicações e interpretações do que ocorre naquela realidade. Assim a ênfase poderá estar, por exemplo, na análise da estrutura do poder local ou das formas de associação verificadas entre seus moradores.

Ao realizar a pesquisa de campo devem ser indicados os critérios de escolha da amostragem: das pessoas que serão escolhidas como exemplares de certa situação; a forma pela qual serão coletados os dados, e; os critérios de análise dos dados obtidos (VENTURA, 2002, p. 79).

De acordo com as afirmações de Garcia Filho (1999), ao estudar esse tipo de amostragem, é possível analisar a diversidade dos fenômenos mais importantes observados. O tamanho da amostra pode ser determinado pela complexidade e pela diversidade da realidade estudada.

Vale ressaltar que para o estudo presente não se adotou amostragem aleatória, bem como amostragem por conveniência. A primeira, por apresentar caráter intrínseco, não assegurava a representação e a análise aprofundada da diversidade que os sistemas leiteiros pudessem expressar. Já a segunda, foi considerada a menos rigorosa de todos os tipos de amostragem. Segundo Kleinschmitt (2011), a amostragem por conveniência é destituída de qualquer rigor estatístico. O pesquisador seleciona os elementos a que tem acesso, admitindo que estes possam de alguma forma, representar o universo, ou seja, escolhe o que está mais disponível. Aplica-se este tipo de amostragem em estudos exploratórios ou qualitativos, onde não é requerido elevado nível de precisão.

De acordo com Dufumier (1996), para a determinação de uma amostragem, considera-se que a mesma deva estar diretamente relacionada com a representatividade da diversidade da região em análise e não escolhida por conveniência, uma vez que a mesma é pouco representativa do ponto de vista estatístico.

Mattar (2000), afirma que a suposição básica para construção de amostragens intencionais:

[...] com bom julgamento e uma estratégia adequada, podem ser escolhidos os casos a serem incluídos e assim, chegar a amostras que sejam satisfatórias para as necessidades da pesquisa. Uma estratégia utilizada na amostragem intencional é a de se escolherem casos julgados como típicos da população em que o pesquisador está interessado.

#### **4.5 Energia**

Segundo Beber (1989), baseando-se na primeira lei da termodinâmica, a energia pode passar de uma forma para outra, porém não pode ser criada nem destruída. Analisando essa primeira lei isoladamente, segundo o autor, os

seres humanos não se preocupariam em descobrir novas fontes energéticas, pois os processos de reciclagem facilitariam o uso da energia indefinidamente.

O referido autor, com base na lei da entropia, comenta que essa afirmação não se consolida, tornando-se limitada, pois nenhum processo que implique em transformação de energia ocorrerá espontaneamente, a menos que ocorra uma degradação da energia de uma forma concentrada para uma forma dispersa, ou seja, a passagem da energia de uma forma para outra implica em perdas, pois parte sempre se transforma em energia térmica não disponível.

Bucussi (2006) cita que alguns autores, como Hierrezuelo e Molina (1990), defendem que se deva partir de uma definição descritiva de energia, evitando assim, as definições formais, operacionais, para gradualmente ir incluindo novos atributos. Os autores admitem este ponto de vista e sugerem a seguinte definição como uma primeira aproximação ao conceito de energia:

A energia é uma propriedade ou atributo de todo corpo ou sistema material em virtude da qual este pode transformar-se, modificando sua situação ou estado, assim como atuar sobre outros originando neles processos de transformação.

Outra definição descritiva citada por Bucussi (2006) para o conceito de energia é a sugerida por Michinel; D'Alessandro (1994):

Energia é uma magnitude física que se apresenta sob diversas formas, está envolvida em todos os processos de mudanças de estado, se transforma e se transmite, depende do sistema de referência e, fixado este, se conserva.

Vale ressaltar o ponto de vista de Moreira (2005) sobre energia. O autor comenta que energia é um dos insumos indispensáveis ao desenvolvimento econômico. Ao lado das matérias-primas e da mão-de-obra, a energia permite a transformação dos materiais e a produção dos bens e serviços que asseguram a subsistência e conforto dos seres humanos.

Marquesin Junior (2011) afirma que a energia é a capacidade de realizar trabalho. Todavia, o conceito de energia não é compreendido facilmente, se tratando de uma grandeza abstrata sendo mais fácil observá-la quando está sendo transferida, bem como transformada. Pode ser encontrada sob inúmeras formas como térmica, química, elétrica, mecânica, luminosa, dentre outras. Sendo assim, a energia

consumida diariamente pelo ser humano é em sua grande maioria elétrica ou química.

#### 4.5.1 Classificação de Energia

Para a classificação de energia faz-se necessário compreender o conceito científico da palavra. Em grego, energia significa “trabalho” (do grego *enérgeia* e do latim *energia*) e, preliminarmente, foi utilizado para se referir a diversos fenômenos explicados através dos termos: “vis viva” (ou “força viva”) e “calórico”. A palavra energia surgiu pela primeira vez em 1807, sugerida pelo médico e físico inglês Thomas Young. A sugestão de Young pelo termo energia está diretamente relacionada com a concepção que ele tinha de que a energia informa a capacidade de um corpo realizar algum tipo de trabalho mecânico (WILSON, 1968).

Basso (2007, p. 21) atenta que antes de classificar a energia, deve-se entender o conceito e uso da palavra que se refere ao potencial inato para executar trabalho ou realizar uma ação.

Segundo a autora para argumentar:

O termo energia também pode designar as reações de uma determinada condição de trabalho, como por exemplo: o calor, trabalho mecânico (movimento) e a luz, graças ao trabalho realizado por uma máquina (motor, caldeira, refrigerador, alto-falante, lâmpada, vento); ou um organismo vivo (os músculos) que também utilizam outras formas de energia para realizarem o trabalho.

Uma vez que a origem e a forma de utilização de energia nos agroecossistemas apresentam-se diferenciadamente, faz-se necessário classificá-la para realizar análises energéticas (BUENO; ROMERO 2006).

Já a FAO (1976) apresentou a classificação dos recursos energéticos em renováveis e não renováveis, bem como, assinalou a conveniência de estabelecer diferença entre recursos energéticos comerciais e não comerciais. Os recursos energéticos renováveis são as energias solares, hídricas, eólicas, das marés e geotérmicas e os produtos provindos do processo da fotossíntese. Já os recursos energéticos não-renováveis compreendem os combustíveis fósseis, como carvão mineral, petróleo, gás natural e os combustíveis nucleares.

Os autores Macedônio; Picchioni (1985) classificaram as energias em primárias e secundárias. A energia primária refere-se às fontes oriundas diretamente da natureza, como a energia luminosa do sol, energia mecânica do vento ou da água, bem como a energia química do petróleo. Já a energia secundária é provinda da energia primária, que necessita passar por um processo de transformação. No caso da energia química do petróleo, energia primária encontrada na natureza, a energia secundária será o óleo diesel, derivada do petróleo.

Carmo; Comitre (1991) classificaram as energias em três grupos segundo sua origem: biológica, fóssil e industrial.

Por sua vez, Comitre (1993) tipificou as energias como:

- energia de origem biológica como energia composta da energia humana, animal, resíduo de animais e da agroindústria, de alimento para animais, material genético de propagação, adubação verde e cobertura vegetal morta;
- energia de origem fóssil como composta de produtos e subprodutos do petróleo, como combustíveis, lubrificantes, graxas, adubos químicos e agrotóxicos;
- energia de origem industrial como energia contida nos equipamentos agrícolas, nos tratores e na energia elétrica.

Para Junqueira et al. (1981) a agropecuária pode ser vista como um sistema onde ocorrem transformações de energia sendo esta consumida. O autor assim classifica os recursos energéticos em função do seu destino como:

- Energia não utilizada diretamente pelo processo produtivo – energia para o bem-estar dos agricultores e energia contida nas operações de pós-colheita;
- Energia utilizada diretamente pelo processo produtivo, mas que não é convertida em energia do produto final – combustível, agrotóxico, trabalho realizado pelos agricultores, animais de trabalho, máquinas e equipamentos, etc; ou seja, energia que não vai fazer parte do produto;
- Energia utilizada e convertida de maneira direta em produto final – energia solar, energia contida nos adubos e nos alimentos, quando se tratar de animais.

A energia renovável produzida pelas usinas como o etanol é aproximadamente nove vezes superior ao insumo fóssil empregado para sua produção, em grande parte por causa de sua autonomia energética. Sendo assim, o etanol provindo da cana-de-açúcar torna-se o mais atrativo dentre os usos comerciais de energia alternativa no mundo, do ponto de vista da sustentabilidade, com redução de emissões de gases do efeito estufa em cerca de 12,7 milhões de toneladas de carbono equivalente (VIEIRA, 2009).

O autor ainda ressalta que a produção, bem como a utilização de energia renovável, assumem importância fundamental quando se vinculam ao meio ambiente e desenvolvimento, valorizando a produção de biomassa para esse fim. A cana-de-açúcar é um bom exemplo de biomassa e a utilização do álcool combustível proveniente da mesma representa uma alternativa viável à necessidade de redução das emissões de gases do efeito estufa.

Costa; Bueno (2011) comentam que o consumo de energia, sendo este base das atividades produtivas, ocasiona fatalmente, impacto ambiental. Todavia, se, no passado, a energia era aludida como sendo meramente um problema de fornecimento de insumos para a produção, ameaçada nos anos 1970, pelos choques de petróleo e pela conseqüente elevação do seu preço, nos anos 1980, tornou-se uma questão fortemente relacionada à preservação do meio ambiente.

Os autores ainda destacam que há constatação nas discussões internacionais, bem como nos estudos em inúmeros países do aprofundamento dessa relação, sendo a mesma indispensável. Esta relação entre energia e meio ambiente, que toma maiores proporções a cada dia, articula-se com a ciência e a tecnologia, mobilizadas para sanar o problema de melhorar a eficiência na transformação (produção e consumo final), no transporte e na distribuição, e disposição de resíduos.

Basso (2007) destaca que as fontes de energia utilizadas nos agroecossistemas podem ser limitantes a sua sustentabilidade devido a pelo menos dois aspectos: se são renováveis ou não e se são poluidoras ou não do meio ambiente.

#### 4.5.2 Agroecossistema

Para compreender a classificação e o conceito de energia em um agroecossistema, é necessário conceituar ecossistema. Segundo Gliessman (2005), ecossistema é um sistema funcional de relações que se complementam, entre organismos vivos e o seu ambiente, com fronteiras de delimitação escolhida arbitrariamente, no espaço e no tempo, as quais parecem manter um equilíbrio dinâmico e estável. Já um agroecossistema é definido como uma área de produção agrícola, ou seja, uma propriedade e que é entendida como um ecossistema. O conceito então de agroecossistema para o autor baseia-se em princípios ecológicos e no entendimento dos ecossistemas naturais, além de propiciar estrutura, com a qual posteriormente, podem-se analisar os sistemas de produção de alimentos como um todo, incluindo os seus conjuntos complexos de insumos e produção e as interconexões entre as partes que o compõem.

Para Silveira (2010), no contexto da pecuária leiteira, um agroecossistema pode ser considerado uma criação de animais dentro de uma unidade de produção de leite. Pode ser ainda a unidade de produção em si. Pode ser um conjunto de unidades de produção de um estado, de um país, ou até do mundo.

Silva; Bueno; Ribas (2011) afirmam que há necessidade de promover a análise energética em agroecossistemas de produção leiteira para identificação das fontes energéticas e assim dimensionar o impacto ambiental que essas fontes causam em um agroecossistema.

No entanto, a abordagem energética de agroecossistemas vem recebendo atenção de pesquisadores e da sociedade em geral, ainda que de forma conjuntural. Essa abordagem é importante, pois complementa análises mais aprofundadas sobre os agroecossistemas, particularmente no que diz respeito à sustentabilidade (BUENO, 2002).

Silveira (2010) aponta que, para fazer uma análise energética de um sistema de produção deve-se entender a relação entre “entradas” (inputs) e “saídas” (outputs) de energia e as formas como são utilizadas nos agroecossistemas.

#### 4.6 Análise energética

Bekhet (2010) observa que a análise energética (entradas e saídas de energia) é normalmente usada para avaliar a eficiência e os impactos ambientais da produção de sistemas. Estudos consideráveis têm sido realizados sobre o uso de energia na agricultura através da análise de “input-output”, realizados por autores como, por exemplo, Esengun et al. (2007); Karkacier; Goktolga (2005); Uhlin (1998), Singh et al. (1997) e Franzluebbbers ; Fancis (1995).

A análise energética quantifica, de maneira estimada, a energia diretamente consumida e/ou indiretamente utilizada, esta como parcela integrante do fluxo energético global, em pontos previamente estabelecidos de um determinado sistema produtivo, estabelecendo assim, limites de estudo (HESLES, 1981).

De acordo com Bueno (2002), a análise energética pode ser entendida como um processo de avaliação das “entradas” (inputs) e das “saídas” (outputs) de energia dos agroecossistemas. Hart (1980) afirma que avaliação da estabilidade de um agroecossistemas é dada pelas “entradas” ou “inputs” de energia associadas as suas “saídas” ou “outputs”, em forma de calor e biomassa.

Rathke et al. (2007) afirmam que as “entradas” e “saídas” de energia em um agroecossistema são dois fatores fundamentais para a determinação da eficiência energética do sistema, bem como, o impacto ambiental que o mesmo ocasiona. Todavia, entre os sistemas de produção de diversas culturas, assim como a intensidade de entradas e saídas de energia, diferem de forma significativa.

Segundo Bueno; Campos; Campos (2000), a análise energética corresponde à realização do balanço energético da atividade em estudo, que consiste basicamente traduzir em unidades ou equivalentes energéticos, fatores de produção e consumidores intermediários, possibilitando a construção de indicadores comparáveis entre si, permitindo a intervenção no sistema produtivo visando melhorar a eficiência deste. Para sua realização deve ser efetuada através dos seguintes passos:

- definição do agrossistema e área, caracterizando-se o período a ser analisado;
- detalhamento do itinerário técnico percorrido;
- elaboração das rubricas operacionais;

- transformação dos itens referentes às exigências físicas da cultura em coeficientes energéticos tomando por base informações primárias e secundárias, determinando seus respectivos consumos energéticos;
- apresentação de índices energéticos ou calóricos.

Os referidos autores ainda afirmam que o balanço de energia é obtido pela subtração do total da energia produzida das energias consumidas durante o processo produtivo como um todo ou em suas etapas, podendo também ser representado por um índice que relacione as entradas com as suas saídas energéticas.

Já Ortega (1999) enfatiza que os sistemas agrícolas dependem de fontes de energia, sendo estas internas ou externas, renováveis ou não. O autor ainda destaca que é da “proporção da energia renovável usada em relação à energia total consumida que se pode obter o índice da sustentabilidade energética do sistema”. Assim a realização de uma análise energética consiste num processo de avaliação das entradas e saídas de energia em um determinado agrossistema, podendo ser renováveis ou não.

Risoud (1999) destaca a importância da análise energética afirmando que esta no setor agrícola pode ser apresentada em diferentes escalas, desde países como um todo, passando por cadeias agro-alimentares específicas de exploração agrícola, até por itinerário técnico por produto.

A autora ainda destaca que a unidade adotada em estudos de eficiência energética deve ser a mesma do Sistema Internacional, o Joule (J) e os seus múltiplos, especificamente o Megajoule (MJ).

O itinerário técnico pode ser definido como a sucessão lógica e ordenada de operações culturais aplicadas a uma espécie, consórcio de espécies ou sucessão de espécies vegetais cultivadas, sendo que o mesmo conceito pode ser aplicado a grupos de animais de acordo com Dufumier (1996) citado por Prado (1999).

Campos (2001) afirma que no processo de avaliação da produção de leite, deve-se considerar a energia envolvida na criação dos animais, com a utilização de pastagens, de ensilagem e de fenos, os quais demandam elevadas quantidades de energia para sua produção.

De acordo com Basso (2007), ao realizar-se a avaliação energética do agroecossistema pode-se constatar o nível de dependência desse sistema e as diferentes formas de energia, inclusive aquelas não renováveis, compreendendo-se

melhor as necessárias adequações na exploração agrícola familiar tipicamente produtora de leite.

#### **4.7 Fluxos de energia em sistemas agrícolas**

Os fluxos de energia existentes nos agroecossistemas foram classificados em três tipos por Malassis (1973): fluxos externos, internos e perdidos ou reciclados.

Comitre (1993) afirma que há dificuldades práticas para quantificar o fluxo perdido ou reciclado, bem como realizar as compensações entre as energias perdidas e as recicladas. A autora ainda ressalta que o fluxo externo é aquele aplicado aos ecossistemas agrícolas, constituindo-se de dois tipos básicos de energia: energia direta e energia indireta. Assim o fluxo interno é a energia contida na produção, ou seja, gerada pelo próprio ecossistema agrícola e o fluxo perdido ou reciclado é formado pelas energias não utilizadas durante o processo produtivo e mais aquelas não aproveitadas pelo homem.

Segundo Costabeber (1989) a contabilização dos fluxos energéticos, pode ser avaliada sob quatro abordagens: “por produto”, “sistema de produção”, “propriedade”, compreendendo-se, o conjunto de atividades desenvolvidas no estabelecimento rural e “tamanho da propriedade”.

Já Bueno (2002) afirma que as análises de fluxos energéticos devem se dar em nível de agroecossistemas; isto é, enfoques de avaliação da estabilidade de agroecossistemas pelas entradas de energia associadas às suas saídas, em forma de calor e biomassa produzida. O autor tomou como base para os seus estudos a classificação de fluxos energéticos adotada por Comitre (1993), onde as formas de entrada de energia no agroecossistema como mão-de-obra, sementes e trabalho animal, são de origem biológica; óleo diesel, lubrificantes e graxas; são de origem fóssil e que ambas (biológica e fóssil) são consideradas energia do tipo direta. Máquinas, implementos, corretivo de solo, adubos químicos e agrotóxicos foram considerados formas de energia de origem industrial do tipo indireta.

Alguns autores, que trabalham com balanço energético de sistemas agrícolas, tais como Castanho Filho e Chabaribery (1982), Comitre (1993) e

Campos (2001), ressaltam a importância da energia direta utilizada no processo produtivo, que inclui os combustíveis fósseis, entre outras formas de energia derivadas do petróleo, como lubrificantes, adubos e defensivos agrícolas. Os mesmos classificam a energia consumida na produção sob duas formas: direta e indireta.

Os autores ainda afirmaram que as energias de origem biológica, como o trabalho humano, animal, além daquelas contidas nas mudas e sementes, também devem ser consideradas, bem como, a energia indireta utilizada na agricultura sendo esta a energia empregada na fabricação de maquinários, de implementos, de insumos, de construções e de outros “inputs” necessários à produção.

Os fluxos podem ser estimados conforme a orientação de Castanho Filho e Chabaribery (1982):

- Energia Injetada na Agricultura (EIA) ou Fluxo Externo: a energia injetada na agricultura (EIA) e/ou fluxo externo, nas operações de produção, é constituída basicamente pelas energias direta e indireta. A energia direta (EDir) é constituída de energia biológica (EBio), obtida no trabalho humano e animal e nas sementes e mudas, energia fóssil (EFos) do petróleo e energia hidroelétrica (EEI). Já a energia indireta (EInd) é a energia utilizada na construção de imóveis e fabricação de equipamentos agrícolas, sendo estimada pela “depreciação energética”, segundo os dias de utilização e em função da vida útil desses bens. Devendo constar, também, os adubos, corretivos e agrotóxicos;
- Energia Convertida pela Agricultura (EPA) ou Fluxo Interno: a energia convertida pela agricultura (EPA) e/ou fluxo interno, é iniciada pela absorção da energia solar, indo até a utilização, pelo consumidor, dos diferentes produtos obtidos, passando por uma série de transformações bioquímicas. Na base do processo encontra-se um vegetal, captador de energia solar, que, pela fotossíntese, converte essa energia em energia utilizável pela transformação de matéria mineral em matéria orgânica. Sendo assim, a energia convertida pela agricultura é o resultado composto das energias finais de origem primária (EPrim), convertidas pelos vegetais, e das energias de origem secundária, convertidas pelos animais (ESec), constituindo-se na energia final aproveitável da agricultura ou energia agrícola (EFA);

- O Fluxo Perdido ou Reciclado: o Fluxo Perdido ou Reciclado é formado pelas energias não utilizadas durante o processo produtivo, mais aquelas não aproveitadas pelo homem.

#### **4.8 Índices energéticos ou calóricos**

De acordo com Hart (1980), as “entradas” energéticas podem ser de dois tipos, sendo a primeira na forma da radiação solar; e a segunda a energia contida nos insumos culturais. Já as “saídas” são consideradas basicamente de um só tipo, ou seja, os produtos ou animais provenientes das atividades agropecuárias.

Bueno (2002) indica que os índices mais usados na literatura são: eficiência e produtividade cultural, e eficiência e produtividade ecológica. A diferença entre eles se caracteriza pela inclusão ou não da radiação solar como insumo energético a ser contabilizado nos agroecossistemas. O autor delimitou o sistema consumidor de energia, optando-se pela não inclusão dos dados de incidência solar, face às dificuldades de obtenção de dados mais precisos e, também, a sua consideração como fonte gratuita de energia.

Segundo Mello (1986) a construção de índices energéticos admite a comparação e a mensuração de relações e grandezas energéticas que entram e saem do agroecossistema. O autor ainda menciona que a qualidade desses índices está baseada em dois aspectos:

- o primeiro, que avalia as conversões dos fatores de produção a unidades energéticas;
- o segundo que trata da quantificação e representação qualitativa dos fatores de produção do sistema a ser analisado, considera ainda que a principal diferença entre esses índices está na inclusão ou não da radiação solar como insumo energético no cômputo do agroecossistema.

Dessa forma, o autor relaciona quatro equações, que podem ser utilizadas de acordo com o objetivo da análise:

$$\text{Eficiência cultural}^* = \text{SU} \cdot \text{EC}^{-1} \quad (1)$$

Onde:

SU = Saídas úteis;

EC = Entradas culturais;

$$\text{Eficiência cultural}^{**} = \text{QP} \cdot \text{EC}^{-1} \quad (2)$$

Onde:

QP = Quantidade de produto;

EC = Entradas culturais;

$$\text{Eficiência cultural}^{***} = \text{SU} \cdot (\text{RS} + \text{EU})^{-1} \quad (3)$$

Onde:

SU = Saídas úteis;

RS = Radiação solar;

EC = Entradas úteis;

$$\text{Eficiência cultural}^{****} = \text{QP} \cdot (\text{RS} + \text{EC})^{-1} \quad (4)$$

Onde:

QP = Quantidade de produto;

RS = Radiação solar;

EC = Entradas culturais;

Vale ressaltar que muitos autores optaram pela não observação da incidência solar em seus trabalhos, tais como: Pimentel et al. (1973), Heichel (1973), Leach (1976), Cox; Hartkins (1979), Hart (1980), Pimentel (1980a), Palma; Adams (1984), Quesada; Beber; Souza. (1987), Ulbanere (1988), Beber (1989), Pellizi (1992), Comitre (1993), Campos et al. (2000), Campos (2001) e Pinto (2002).

De acordo com Bueno (2002), as quantidades de produtos são expressas em unidades de massa (kg), e as saídas energéticas, as entradas culturais e a radiação solar são expressas em unidades energéticas (kcal; Joule).

O autor, a partir de outros trabalhos, agrega outro índice que apresenta o desempenho energético de um agroecossistema, representando a diferença entre a energia útil que deixa o agroecossistema e a energia cultural que entra no

processo, denominado de energia cultural líquida. A equação, para obtenção do índice citado, está expressa a seguir:

$$\text{Energia cultural líquida} = \text{“saídas” úteis} - \text{“entradas” culturais} \quad (5)$$

Utilizando-se índices como balanço energético e eficiência energética; que captam o uso de energias renováveis nos agroecossistemas, é possível prosseguir em direção à relação entre análises energéticas e sustentabilidade de sistemas de produção agrícola (RISOUD, 1999). As equações que os representam são:

$$\text{Balanço energético} = \sum \text{energias totais} - \sum \text{das "entradas" de energia não-renováveis} \quad (6)$$

$$\text{Eficiência energética} = \frac{\sum \text{energias totais}}{\sum \text{das "entradas" de energia não-renováveis}} \quad (7)$$

#### 4.9 Matriz energética

Bueno (2002), ao realizar análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá (SP); indica que após escolher os índices a serem utilizados, torna-se indispensável a definição das “entradas” e as “saídas” de energia do agroecossistema estudado. Essa definição se inicia pela descrição e quantificação das unidades massa, volume e tempo, em quilogramas, litros e horas de trabalho, respectivamente, apresentando-se no agroecossistema, também denominadas de exigências físicas do sistema produtivo.

O autor ainda salienta que as exigências, que são os coeficientes técnicos adequados à produção, devem ser correlacionadas à unidades dimensionais de área, ou seja, metro quadrado, hectare, objetivando a obtenção de dados e índices individualizados, como também permitir estabelecer comparações entre agroecossistemas. Assim, é necessário proceder uma conversão dos coeficientes técnicos das exigências físicas apresentadas em unidades ou coeficientes energéticos. A

conversão desses coeficientes técnicos e a sua inclusão nos fluxos de energia estabelecidos determinarão uma matriz de “entradas” e “saída” energéticas constituindo o agroecossistema estudado.

#### **4.9.1 Entradas e saídas energéticas**

Neste item serão descritas as formas de obtenção dos conteúdos energéticos dos componentes entradas e saídas (energia bruta dos produtos a serem considerados), bem como as possibilidades utilizadas na elaboração da estrutura do dispêndio energético do agroecossistema leiteiro estudado: energia direta de origem biológica, a energia direta de origem fóssil e a energia direta de origem industrial.

##### **4.9.1.1 Energia direta de origem biológica**

###### **a) Mão de obra**

Considerando o importante trabalho de Pimentel et al. (1973), bem como diversos aspectos relevantes da utilização da energia no desenvolvimento da agricultura, diversos autores discutem a questão da utilização do trabalho humano. Caracterizando energeticamente a agricultura, os mesmos apresentam inúmeros dados relativos à evolução no período de 1945 a 1970. O uso de mão-de-obra na cultura do milho nos EUA reduziu de 57 para 22 horas para cada hectare cultivado e o emprego de energia como trabalho humano decresceu 40% sendo que o trabalho mecanizado aumentou em 234%. Assim, o rendimento energético reduziu de 3,70 para 2,82. Com esses resultados, diversos pesquisadores pelo mundo iniciaram pesquisas sobre balanços energéticos, encontrando valores distintos.

Objetivando resultados eficientes e de simples aplicação, Carvalho; Gonçalves; Ribeiro (1974) desenvolveram um trabalho, onde relataram que Bramsel, do Instituto de Fisiologia do Trabalho de Dortmund, com base em medições da

quantidade consumida de oxigênio, propôs metodologia com o objetivo de avaliar os gastos energéticos de trabalhadores na zona de Dois Portos em Portugal. No processo de cálculo foi considerada a classificação das atividades profissionais em oito grupos, visto que agricultores, soldadores e marceneiros fizeram parte do mesmo grupo, no qual as despesas energéticas representavam 13/6 do chamado metabolismo basal referente 24 horas, ou seja, um dia completo.

Doering; Peart (1977) sugeriram que o consumo calórico para o trabalho humano equivale ao gasto por máquinas e implementos que o substitui em operações agrícolas. Para os autores essa equivalência estimativa chegou ao valor de  $2,20 \text{ MJ.h}^{-1}$ .

Serra et al. (1979) estudaram a avaliação da energia utilizada com a aplicação de mão-de-obra para atividades diversas, com base em trabalhos realizados por David Pimentel, Gary Heichel na década de 1970, bem como o estudo de Doering; Peart (1977). Sendo assim, os autores indicaram que os valores de energia para mão-de-obra variaram entre os valores de 2,03 e  $2,20 \text{ MJ.h}^{-1}$ , sugerindo que a energia direta de fonte biológica na forma de mão-de-obra não deve ser computada para fins de avaliação do índice de energia para um determinado produto, pois o ser humano, realizando atividades referentes ao trabalho ou desempregado, consome aproximadamente a mesma quantidade de alimento.

Bueno (2002) comenta que Pimentel; Pimentel (1979) adotaram coeficientes energéticos diferentes para o trabalho humano sendo estes mais detalhados comparados com aqueles contabilizados anteriormente por David Pimentel em 1974. Esses coeficientes tiveram como base atividades agrícolas específicas e não mecanizadas, variando de  $1,86 \text{ MJ.h}^{-1}$  para atividades leves,  $2,28 \text{ MJ.h}^{-1}$  para atividades médias e  $2,70 \text{ MJ.h}^{-1}$  para atividades consideradas pesadas, atingindo uma média de  $2,28 \text{ MJ.h}^{-1}$ . Vale ressaltar que nesses valores estão incorporados  $0,19 \text{ MJ.h}^{-1}$  para o sono e  $0,42 \text{ MJ.h}^{-1}$  para atividades não laborativas. Sendo assim, os autores consideraram a derivação de um total de energia alimentar consumida pelo homem (trabalhador) igual a  $14,65 \text{ MJ.dia}^{-1}$ .

Pimentel (1980b) adotou os mesmos coeficientes energéticos que Pimentel; Pimentel (1979).

Estudando a avaliação energética e aspectos econômicos da filière soja na região de Ribeirão Preto, Comitre (1993), adotou para a mão-de-obra dessas operações o índice de  $1,2 \text{ MJ.h}^{-1}$ , sendo a jornada de trabalho de 8 horas efetivas.

Ainsworth et al. (1993) propuseram a classificação do custo energéticos das atividades físicas humanas através de um compêndio com determinadas atividades ocupacionais e sua intensidade enquanto taxa de trabalho metabólico, que os autores denominaram MET (Metabolic Employment Tax).

Os autores ainda ressaltam que o uso generalizado deste sistema de codificação proporcionará a comparação de resultados de estudos que apresentam dados referentes à energia dispendida pelo trabalho humano (atividades físicas). De acordo com os dados adquiridos, o cálculo é feito da seguinte forma: multiplica-se o peso corporal em kg, pelo valor do MET e pela duração da atividade em horas. Assim é possível estimar o gasto energético (em kcal).

Campos et al. (1998) estudaram o balanço econômico e energético na produção de silagem de milho em sistema intensivo de produção de leite e utilizaram o coeficiente energético para a mão-de-obra de  $2,20 \text{ MJ.h}^{-1}$  sugerido por Serra et al. (1979).

A relação entre a análise energética dos sistemas de produção agrícola com o desenvolvimento sustentável é evidenciada por Risoud (1999). A autora apresenta uma variação de valores de conteúdos energéticos do trabalho humano de  $0,52 \text{ MJ.h}^{-1}$ , referente apenas à contabilização da energia oriunda da alimentação do trabalhador e  $14,44 \text{ MJ.dia}^{-1}$ , considerando o custo energético da produção e reprodução da força de trabalho.

Conforme Risoud (1999), a maneira de contabilizar o trabalho do ser humano em termos energéticos e a sua inserção em matrizes energéticas estão longe de ser um entendimento na comunidade científica. Campos (2001) apresenta ideia similar, ainda que a importância da mão de obra seja inquestionável principalmente em países periféricos e em agroecossistemas não convencionais, como por exemplo, para a produção de feno em sistemas de produção de leite.

Campos (2001) optou por utilizar somente a energia advinda dos trabalhadores para produção de feno, ponderada pela carga horária dedicada a esta atividade de acordo com Carvalho; Gonçalves; Ribeiro (1974), cujos resultados são

obtidos através de medições diretas utilizando um equipamento considerado de boa precisão denominado respirômetro com o índice médio de  $0,39 \text{ MJ.h}^{-1}$ .

Bovolenta; Biaggioni (2012) adotaram o mesmo coeficiente energético que Campos (2001) com base em Carvalho et al. (1974), porém com adaptações necessárias para o estudo em questão.

Há uma vasta diversidade ou modos de se contabilizar o dispêndio energético do trabalho humano na agricultura, sendo que todas estas variações observadas nos coeficientes referentes aos gastos calóricos do trabalho humano nos agroecossistemas originam-se da aplicação de diferentes metodologias e análises de sua quantificação. Vale ressaltar os estudos em que a mensuração deste gasto seja exclusivamente referente à fase de trabalho, isto é, valores mais inferiores. Outros estudos incluem as atividades extra-laborativas ou mesmo os que incorporam o gasto energético no repouso (GER), ou ainda outras variáveis como o custo da produção e a reprodução da força-de-trabalho em variadas escalas e limites (BUENO, 2002).

Com o objetivo de aperfeiçoar e ampliar a aplicação do “método rigoroso”, pesquisadores sugerem que a análise do dispêndio energético passe a ser realizada com base nos efetivos tempos gastos nas diferentes operações ou ocupações profissionais do indivíduo, o mesmo acontecendo com o tempo de trabalho e ocupações não profissionais, refeições, deslocamentos, entretenimento, etc. Esse método, designado “método simplificado”, torna-se efetivo por intermédio da coleta de dados, tais como: massa corporal, altura, idade e gênero dos trabalhadores e utilização de valores referentes à duração média das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores objeto do estudo (BUENO, 2002).

Campos; Campos (2004) trazem o questionamento sobre a coerência de realizar a conversão do trabalho humano em unidades de energia. Os autores ainda ressaltam que o consumo de energia pelo trabalho humano é um ponto relevante para os balanços energéticos de sistemas de produção agrícola. Todavia, uma vez que os autores na área apresentam ideias além de argumentos distintos; os mesmos asseguram que medidas de energia provindas de mão-de-obra têm sido amplamente utilizadas devido ao valor de energia intrínseco que o trabalho muscular humano possui, ao conteúdo energético de diversos alimentos consumidos pelo trabalhador (a), e a mão-de-obra, que em muitos casos, é substituída por outras fontes de entrada de energia (inputs) do sistema de produção.

Santos; Lucas Junior (2004) estudaram o balanço energético em galpão de frangos de corte e estimaram o tempo de utilização de mão-de-obra para a realização dos manejos de rotina no galpão. Os autores consideraram de 7,33 horas efetivas para um dia de trabalho na granja, para efeito de todos os cálculos.

Gazzoni et al. (2009) realizando balanço energético da cultura da canola para a produção de biodiesel, adotaram o coeficiente energético sugerido por Pimentel; Patzek (2005). Para os autores, uma pessoa trabalha em média 2.000 horas por ano e seu gasto energético equivale a 8.000 litros de óleo diesel de petróleo. Para a cultura da canola há um gasto de 0,56 horas.ha<sup>-1</sup> com mão-de-obra. De acordo com Tomm (1999), e segundo Pimentel; Patzek (2005) 1 litro de óleo diesel possui equivalente energético de 47,73 MJ. Sendo assim, tem-se um gasto energético de 106,34 MJ.

Autores como Zangeneh; Omid; Akram (2010), Mobtaker et al. (2010), Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010), Yilmaz; Akcaoz; Ozkan (2005) e Ozkan; Kurklu; Akcaoz (2004), adotaram o coeficiente de 1,96 MJ.h<sup>-1</sup>, que foi recomendado por Yaldiz et al. (1993) que estudaram o consumo de energia em grandes culturas da Turquia, e apresentando demais coeficientes para futuros estudos de balanço energético.

Diante do exposto, para o cálculo do dispêndio energético relacionado ao trabalho humano presente em agroecossistema leiteiro no presente estudo, adotou-se o coeficiente energético sugerido por Serra et al. (1979), adotado por Campos et al. (1998), devido o mesmo ser utilizado por diversos autores, que estudaram a análise energética de agroecossistemas diversos no Brasil, com suas particularidades.

Os autores como Oliveira Júnior e Seixas (2006), Assenheimer; Campos, Gonçalves Júnior, (2009) e Campos et al. (2009), adotaram o mesmo coeficiente energético de 2,20 MJ.h<sup>-1</sup> em seus estudos.

## **b) Sementes e mudas**

Para Bueno (2002), na literatura, há vários trabalhos que consideram a energia atribuída ao material de propagação, particularmente sementes, como sendo superior ao observado no produto final, ou seja, o grão. Essa afirmativa baseia-se nos maiores custos energéticos em campos de produção de sementes, isto é, de mais alta tecnologia empregada.

Vale destacar que para o mesmo referido autor, com relação a sementes de milho, os valores correspondentes a coeficientes energéticos divergem muito. Os coeficientes variam entre 14,24 e 31,40 MJ.kg<sup>-1</sup>, o que o levou a considerar o índice proposto por Pimentel et al. (1973) de 33,23 MJ.kg<sup>-1</sup>, uma referência mundial muito próximo ao de Beber (1989) de 32,45 MJ.kg<sup>-1</sup> de semente de milho híbrido, que é uma compilação de dados nacionais.

Para a estimativa de energia gasta para produzir sementes de canola, Gazzoni et al. (2009), adotaram a modelagem matemática desenvolvida por Gazzoni et al. (2005), utilizando a seguinte equação:  $S = (T/P \times Sha) \times 1,5$ , em que  $S =$  kcal/sementes.ha<sup>-1</sup>,  $T =$  total de gastos energéticos na fase agrícola (Kcal),  $P =$  produção em kg.ha<sup>-1</sup> e  $Sha =$  quantidade de sementes em kg.ha<sup>-1</sup>, considerando-se ainda um gasto 50% maior para secagem da semente, limpeza, classificação e transporte.

Estudando a produção de canola na região de Trakya da Turquia além da análise econômica do agroecossistema, Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010) adotaram o coeficiente energético de 29,20 MJ.Kg<sup>-1</sup> recomendado por Rowsell et al. (2007).

Em análise do consumo de energia na produção de silagem de milho em plantio direto, Zanini et al. (2003) consideraram o valor de 15,46 MJ.kg<sup>-1</sup>, baseado em Campos et al. (1998). Os autores atribuíram à semente (para produção de silagem de milho) o valor energético correspondente à energia fóssil aplicada em sua produção, seu processamento e seu transporte.

Campos (2001), em estudo com feno “coast-cross”, ressaltou que as mudas obtiveram consumo de energia relativamente alto, com uma participação de 1.675,00 MJ.ha<sup>-1</sup> no processo do plantio, bem como, na manutenção anual de um hectare da cultura de “coast-cross”, onde o dispêndio energético total foi de 17.132,42 MJ.ha<sup>-1</sup> incluindo insumos e serviços e com exclusão dos gastos com combustíveis e lubrificantes para máquinas tratorizadas.

Rostagno (2005) estudou a composição de alimentos e exigências nutricionais para aves e suínos. Nesse estudo foi avaliada a semente de sorgo, que apresenta como coeficiente energético o valor de 16,45 MJ.kg<sup>-1</sup> de grão colhido. O autor considerou então o valor energético de 32,89 MJ.kg<sup>-1</sup>, seguindo o mesmo raciocínio de Pimentel et al. (1973), ou seja, partindo do dobro do custo

energético do grão colhido, em virtude de maiores esforços necessários à produção de sementes melhoradas.

Para Romero (2005), em trabalho com a cultura do algodão, em função da escassez de dados específicos, utilizou o valor energético de  $6,41 \text{ MJ.kg}^{-1}$  para a semente de algodão, a partir do índice calórico de algodão colhido de  $11,05 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , proposto por Castanho Filho e Chabariberi (1982), com relação à composição do capulho do algodão (36% pluma, 58% caroço e 6% resíduos), também indicado pelos mesmos autores.

Salla; Cabello (2010), avaliando energeticamente os sistemas de produção de etanol de mandioca, cana-de-açúcar e milho, adotaram os seguintes coeficientes energéticos: para o material de propagação da mandioca adotou-se o índice de  $494 \text{ MJ.ha}^{-1}$  determinado por Silva e Serra (1978); para o material de propagação da cana-de-açúcar adotou-se o valor de  $480 \text{ MJ.ha}^{-1}$  determinado por Urquiaga; Rodrigues Alves; Boodey (2005) e para o material de propagação do milho adotou-se o índice de  $598,1 \text{ MJ.ha}^{-1}$  utilizado por Bueno (2002), Pimentel et al. (1973) e Beber (1989).

De acordo com o Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2013), o conteúdo calórico da cana-de-açúcar considerando os seus componentes (sacarose, fibras, água e outros), é de, aproximadamente,  $4,44 \text{ MJ.kg}^{-1}$ .

### **c) Produção animal**

A energia é considerada fator limitante à vida e às funções produtivas dos animais. A determinação das exigências energéticas, seja para manutenção, crescimento ou produção, é tão importante quanto à determinação da proteína em dietas para ruminantes (GUIMARÃES et al. 2012).

Carboidratos (amidos, açúcares, celulose, hemicelulose), lipídios (triglicérides, ácidos graxos, graxas) e proteínas são fontes importantes de energia para os ruminantes. Uma maneira de medir quantitativamente o potencial energético de um material orgânico é através de sua combustão em bomba calorimétrica, segundo Lucci (1997).

Ao serem queimados, estes nutrientes liberam calor e outras formas de energia que são utilizadas pelo organismo do animal. Os carboidratos constituem de 65% a 75% da matéria seca dos alimentos e nas análises são separados

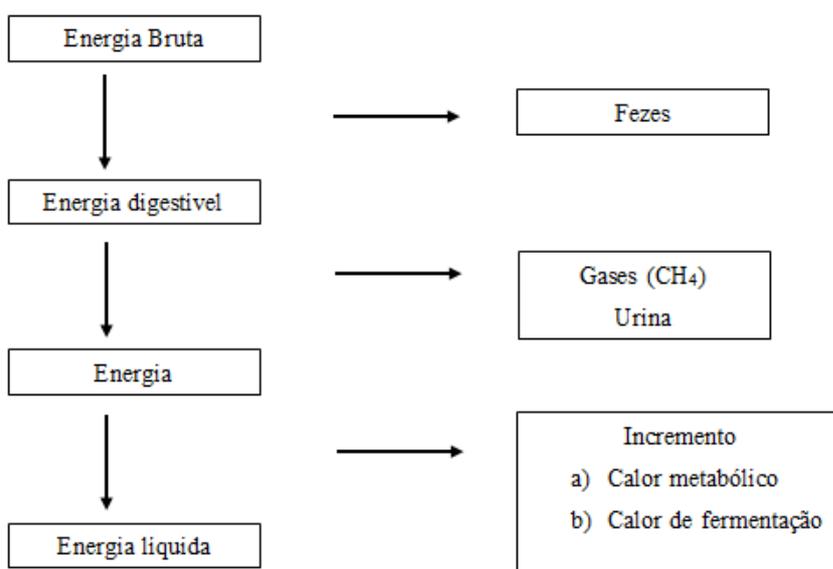
em fibra bruta (FB) e extrativos não nitrogenados (ENN). Os ENN são constituídos pelos açúcares mais o amido. A fibra bruta é constituída de hemicelulose, celulose e lignina. O custo de produção ou aquisição da energia é muito maior que a soma dos custos de todos os outros nutrientes (KIRCHOF, 1997).

Segundo Resende et al. (2006), o método mais utilizado na determinação das exigências nutricionais é o método fatorial, que divide a exigência dos animais em exigência de manutenção, de ganho, de gestação e lactação. O autor ainda ressalta que a eficiência do uso da energia para produção dos animais consiste em como a energia presente nos alimentos é retida na forma de produto animal (músculo, gordura, leite etc). Essa eficiência pode variar conforme a composição da ração, a composição do ganho de peso (taxa de deposição de proteína e gordura), o grupo genético, a taxa de ganho, o ambiente e o estágio de crescimento dos animais.

A energia presente nos alimentos pode ser expressa como energia bruta (EB), energia digestível (ED) ou nutrientes digestíveis totais (NDT), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL), de acordo com os autores Cabral et al. (2006).

Lucci (1997) expressa a determinação dos tipos de energia presente nos alimentos através do esquema apresentado na Figura 8.

**Figura 8-** Tipos de energia presente nos alimentos.



Fonte: Lucci (1997).

Kirchof (1997) define então ED ou NDT, EM e EL como:

- Energia digestível ou nutrientes digestíveis totais - uma parte da energia bruta consumida pelo animal não é digerida e é eliminada pelas fezes. Esta energia presente nas fezes representa a principal perda, apresentando valores bastante variáveis que vão de 10% a 65%. A diferença entre energia bruta e energia fecal chama-se ENERGIA DIGESTÍVEL e pode ser expressa em calorias, Joules ou NDT. O NDT é usado normalmente na forma percentual e é o mais usado apesar de serem conhecidas suas limitações (tanto o NDT como a ED subestimam o valor dos alimentos concentrados em relação aos volumosos). Um quilo de NDT equivale a 4,409 Mcal (megacalorias) ou 18,5 MJ (megajoules) de energia digestível;
- Energia metabolizável - obtém-se descontando da energia digestível as perdas de energia na urina e gases. Geralmente estas perdas representam cerca de 18% da energia digestível. Em média, considera-se que a energia metabolizável é igual a 82% da energia digestível;
- Energia líquida - além das perdas de energia já mencionadas (fezes, urina e gases) existe ainda uma perda denominada de incremento calórico que é o calor ou energia gasta principalmente na digestão dos alimentos e no trabalho normal do organismo para manter a vida e produzir. A energia metabolizável menos o incremento calórico resulta na energia líquida. Esta perda representa aproximadamente 30% a 60% da energia metabolizável.

A energia líquida é a forma mais correta para expressar a energia útil dos alimentos, pois, esta é efetivamente disponível para produção do animal (CABRAL et al. 2006).

Garrett (1980) ressalta que a energia contida nos alimentos, denominada energia bruta (EB), pode ser expressa em calorias (cal) ou em joules (J). A liberação dessa energia se dá na forma de calor quando os alimentos são completamente oxidados. Seu valor nos nutrientes varia de 0,02 a 0,04 MJ.g<sup>-1</sup> para glicose e gordura, respectivamente. Contudo, quando considerados somente os alimentos usados na alimentação de ruminantes, este valor varia de 0,01 a 0,02 MJ.g<sup>-1</sup>.

### **c) Biocombustível**

O cálculo do balanço energético para um biocombustível é baseado na energia exigida para produzir a colheita (como fertilizantes, pesticidas, diesel, lubrificante e graxa para o trator), e a adição da energia necessária para processar a planta colhida em biodiesel (um processo que normalmente emprega carvão ou gás natural). Sendo assim, subtrai-se a quantia de energia que entra no processo da quantia de energia que sai (MACEDO; NOGUEIRA, 2005).

De acordo com Costa et al. (2006), o biodiesel é um éster produzido na reação transesterificação de óleos vegetais e/ou gorduras animais em conjunto com um álcool (metanol ou etanol) e na presença de um catalisador, são convertidos em ácidos graxos e, finalmente, a ésteres, com o glicerol (glicerina) como subproduto. Também são apontados como renováveis e menos poluentes que os de origem fóssil, como o diesel.

Os autores referidos realizando o balanço energético preliminar da produção do biodiesel de óleo de palma para as condições do Brasil e da Colômbia encontraram coeficientes variados para três empresas em cada um dos países. Para o Brasil foram os valores de  $8,49 \text{ MJ.t}^{-1}$ ;  $13,08 \text{ MJ.t}^{-1}$  e  $34,60 \text{ MJ.t}^{-1}$ . Para a Colômbia encontraram os valores de  $11,71 \text{ MJ.t}^{-1}$ ;  $25,27 \text{ MJ.t}^{-1}$  e  $19,81 \text{ MJ.t}^{-1}$ .

Já Bonometo et al. (2010) encontram o coeficiente energético de  $42,53 \text{ MJ.kg}^{-1}$  para a produção de biodiesel a partir de óleo de frango.

#### **4.9.1.2 Energia direta de origem fóssil**

##### **a) Combustível, óleo lubrificante e graxa**

Segundo Bueno (2002), usualmente os coeficientes calóricos adotados para óleo Diesel, óleo lubrificante e graxa são abordados pelos autores como correspondentes ao valor inerente dos produtos, ou seja, não contabilizando os custos energéticos da extração e refino.

O autor ainda comenta que para os trabalhos nacionais utilizam-se em grande escala do poder calorífico desses produtos, publicados anualmente no Balanço Energético Nacional (BEN), que apresenta os respectivos índices energéticos. Dessa forma os valores calóricos do óleo Diesel, lubrificante e graxa, particularmente do primeiro, variam em função de diferentes graus de pureza, sendo necessário atualizá-los sempre que possível.

Os autores Serra et al. (1979); Cervinka (1980), ressaltam a necessidade de acrescentar 14% ao poder calorífero dos combustíveis (gasolina e óleo diesel), face aos custos calóricos para a sua obtenção. Autores como Bueno (2002); bem como, Romero (2005) e Almeida (2007); utilizaram o fator.

Vale ressaltar que atualmente todo o diesel comercializado no Brasil tem a adição do biodiesel B100, ou seja, a composição do diesel é 5% biodiesel B100 e 95% de diesel mineral. Em 2012 o total de B100 produzido no país atingiu 2.717.483 L, superando o ano anterior que produziu 2.672.760 L. Com isto, verificou-se aumento de 1,7% no biodiesel disponibilizado no mercado interno (BRASIL, 2013).

De acordo com Brasil (2013), o coeficiente energético para o óleo diesel é igual a  $42,91 \text{ MJ.L}^{-1}$ , já multiplicado pelo fator 1,14. Para o biodiesel o coeficiente energético é  $34,43 \text{ MJ.L}^{-1}$ . Para os óleos lubrificantes e para a graxa, os coeficientes energéticos foram de  $39,46 \text{ MJ.L}^{-1}$ ,  $39,07 \text{ MJ.L}^{-1}$  respectivamente.

#### **4.9.1.3 Energia indireta de origem industrial**

##### **a) Máquinas e implementos**

Bueno (2002) comenta que há dificuldades na obtenção de valores mais precisos acerca da energia contida nas máquinas, equipamentos e implementos agrícolas. Sendo assim, diversos autores trabalharam a questão de formas diferenciadas.

Analisando a produção de alimentos e crise energética, Pimentel et al. (1973) adotaram o valor energético de  $83,49 \text{ MJ.kg}^{-1}$  de maquinário, uma vez que,

segundo os autores são necessários 1.023.902,87 MJ de energia industrial para a produção de 13 t de maquinaria agrícola, acrescido de 6% a título de reparos.

Makhijani; Poole (1975) admitem que 1 kg de bens acabados de aço equivale a 73,27 MJ, em um estudo relacionando energia e agricultura no Terceiro Mundo.

Costa et al. (2006), comentam que o coeficiente energético adotado para o aço inox, principal componente do tanque de resfriamento de leite, é 79,96 MJ.kg<sup>-1</sup>.

Segundo Doering III (1980), a energia contida numa máquina agrícola é classificada em três categorias: energia contida na matéria-prima; energia contida nas peças de reparo; manutenção durante a vida útil da máquina. A soma desses três fatores é equivalente ao total calórico contido num determinado trator agrícola.

Para fabricar um trator ou demais maquinarias agrícolas é necessário um total de 87,12 MJ para cada quilo produzido, levando-se em consideração a intensidade do valor de absorção energética necessária (FAO, 1976).

Para o cálculo da energia contida no maquinário e em implementos agrícolas, Costa (2009) utilizou Serra et al. (1979), discutindo-se o trabalho de Doering III; Peart (1977), os quais avaliaram positivamente o conceito de valor adicionado, no qual o coeficiente calórico final não inclui o valor energético da matéria-prima adquirida pela fábrica.

Beber (1989) determinou o valor dos quilogramas depreciados para máquinas, equipamentos e implementos agrícolas, partindo da massa, vida útil e tempo de utilização de cada um destes na propriedade, a qual foi expressa pela equação:

$$\text{Kg depreciado} = \frac{\text{Massa (kg)} - 10\% (\text{kg})}{\text{vida útil (h)} \times \text{tempo de utilização (h)}} \quad (8)$$

Comitre (1993), realizando a avaliação energética e econômica do sistema agroalimentar soja da região de Ribeirão Preto – SP calculou como energia indireta à de origem industrial para máquinas e implementos agrícolas somente a energia relativa ao valor adicionado na fabricação, do qual 5% são referentes ao reparo e 12%, de acréscimo de manutenção. Os coeficientes utilizados para tratores e

implementos foram  $14,63 \text{ MJ.t}^{-1}$  e  $13,01 \text{ MJ.t}^{-1}$ , respectivamente. Para os pneus, o coeficiente utilizado foi de  $85,83 \text{ MJ.kg}^{-1}$ . No caso de implementos agrícolas, todas as operações compreendidas até o plantio, são consideradas cultivo primário. A autora adotou o coeficiente energético de  $8,63 \text{ MJ.t}^{-1}$ , e para as demais operações pós-plantio, ou seja, cultivo secundário, o valor foi de  $8,35 \text{ MJ.t}^{-1}$ .

Mantoam (2011) estudou a incorporação de energia na vida útil de uma colhedora autopropelida de cana-de-açúcar. O estudo foi considerado piloto para que através do seu desenvolvimento, futuras avaliações indiquem a energia incorporada em outras máquinas agrícolas. Concluiu que a energia incorporada na colhedora autopropelida de cana-de-açúcar com rodante de esteiras metálicas foi maior em relação à de rodante de rodas e pneus, durante o seu ciclo de vida útil, abordando as fases de montagem e manutenção e reparo.

O autor sugere ainda que para estudos futuros sobre energia incorporada em máquinas agrícolas à metodologia adotada deve analisar os insumos diretamente, que são propriamente as peças que compõem a máquina, priorizando as construídas, primeiramente os materiais: aço carbono, ferro fundido, aço forjado, fibra de vidro, polímeros, borracha e alumínio. Assim o coeficiente para a energia incorporada na máquina com rodas e pneus sugerida pelo autor é de  $202,60 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , considerando como entrada: insumos de manutenção e reparo, insumos diretamente, insumos indiretamente (insumos comuns) e insumos indiretamente (insumos depreciados).

A partir desses valores, será utilizada a seguinte equação para expressar o valor energético de tratores, colhedoras, implementos e equipamentos:

$$\text{Energia indireta para máquinas e implementos} = \frac{a+b+c+d}{\text{vida útil (h)}} \quad (9)$$

Onde:

a = peso das máquinas e implementos x coeficientes energéticos correspondentes;

b = 5% de “a”;

c = número de pneus x peso dos pneus x coeficiente energético de referência; e

d = 12% de (a+b+c).

## **b) Corretivos de solo**

Lopes; Guilherme (2007) comentam que o solo é o principal ambiente para o crescimento e desenvolvimento das plantas. O solo que apresenta excelente qualidade é fundamental para garantir a capacidade produtiva dos agroecossistemas, contribuindo para a preservação dos demais serviços ambientais, tais como fluxo e a qualidade da água, biodiversidade e o equilíbrio dos gases atmosféricos.

Na natureza, há diversos elementos químicos, todavia, nem todos são conceituados como nutrientes. Para que um elemento seja considerado nutriente, é necessário que este participe de algum composto que não possa ser substituído por outro ou uma reação sem que a planta não viva (VALE; SOUZA; PRADO, 2010).

Malavolta et al. (2002) comentam que os corretivos da acidez dos solos são produtos capazes de diminuir ou eliminar (neutralizar) a acidez dos solos e ainda aumentando a disponibilidade dos nutrientes para os vegetais, destacando o cálcio e o magnésio. A correção da acidez dos solos, através da aplicação do calcário (indicada pelo pH), contribuindo para a elevação da produtividade das culturas.

O uso de calcário com o objetivo de corrigir a acidez do solo é uma prática comum. Mesmo apresentando baixo conteúdo energético, uma quantidade utilizada do mesmo justifica sua contabilização calórica em matrizes energéticas, para que posteriormente seja realizada a análise do agroecossistema em questão (Bueno 2002).

Pimentel (1980a) sugere um coeficiente energético de 1,25 MJ.kg<sup>-1</sup> para o calcário.

Bueno (2002) comenta que o coeficiente energético adotado por Pimentel (1980b) foi de 1,32 MJ.kg<sup>-1</sup> para a cal utilizada como corretivo de solo. O mesmo referido valor foi utilizado por Beber (1989), após análise de diversos autores, como Pimentel et al. (1973), Pimentel (1980b); Quesada; Beber; Souza (1987).

Castanho Filho; Chabariberi (1982), Comitre (1993), Sartori (1996), Pinto (2002), Bueno (2002) e Costa (2009) utilizaram o valor de 0,17 MJ.kg<sup>-1</sup>.

No entanto, Campos (2001) adotou o coeficiente energético de 0,23 MJ.kg<sup>-1</sup>, depois de percorrido uma distância de 60 km.

Optou-se, neste trabalho por utilizar como coeficiente energético para o calcário para correção do solo  $0,17 \text{ MJ.kg}^{-1}$  empregado por Pinto (2002), Bueno (2002) e Costa (2009).

### **c) Fertilizantes químicos**

De acordo com Lopes (1999), a agricultura brasileira passa por uma fase em que a produtividade, a eficiência, a lucratividade e a sustentabilidade dos processos produtivos são aspectos da maior relevância.

Ferri (2010) comenta que os fertilizantes têm como função devolver ao solo os elementos removidos em cada colheita, com finalidade de manter, bem como ampliar, o seu potencial produtivo. Essa reposição de elementos químicos ao solo é primordial para o aumento da produtividade.

Os elementos químicos presentes nos fertilizantes, conforme a quantidade ou proporção podem ser divididos em duas categorias: macronutrientes e micronutrientes. As deficiências mais comuns de macronutrientes são de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), daí a fórmula básica dos fertilizantes “NPK”. (DIAS; FERNANDES, 2006).

Os micronutrientes, cuja importância é conhecida há décadas, apenas mais recentemente passaram a ser utilizados de modo mais rotineiro nas adubações em várias regiões e para as mais diversas condições de solo, clima e culturas no Brasil (LOPES, 1999).

Malavolta (1979) afirma que a composição de uma mistura de adubos de forma geral é apresentada por uma série de três números, sendo que o primeiro se refere à porcentagem de nitrogênio, o segundo número se refere à porcentagem de fósforo e o terceiro, à porcentagem de potássio. O autor informa ainda que o nitrogênio do adubo expressa o teor de N total; já o fósforo é expresso em  $\text{P}_2\text{O}_5$  e o potássio é expresso em  $\text{K}_2\text{O}$ .

Já a utilização de fertilizantes classificados como simples, sendo produzidos através de processos industriais, proporciona o fornecimento de um ou mais nutrientes primários. Tem-se como exemplo a ureia, sulfato de amônio, nitrato de amônio, superfosfato simples, entre outros. Esses fertilizantes simples apresentam teores mínimos dos determinados nutrientes conforme a legislação brasileira, lei nº-

6.894/1980 - decreto nº- 4.954/2004, instrução normativa MAPA nº-05/2007 (BRASIL, 2007).

- Ureia: 45% de N
- Nitrato de amônio 32% de N
- Sulfato de amônio 20% de N
- Superfosfato triplo 41% de  $P_2O_5$
- Superfosfato simples 18% de  $P_2O_5$
- Cloreto de potássio 58% de  $K_2O$
- Sulfato de potássio 48% de  $K_2O$

Bueno (2002) comenta que ao se tratar de adubação com macronutrientes para plantio, bem como, para cobertura, vários são os índices energéticos adotados.

Pimentel (1980a) sugere os seguintes coeficientes energéticos:

- $N = 50,24 \text{ MJ.kg}^{-1}$  para amônia anidra,  $59,87 \text{ MJ.kg}^{-1}$  para a ureia e  $61,55 \text{ MJ.kg}^{-1}$  para o nitrato de amônio;
- $P_2O_5 = 12,56 \text{ MJ.kg}^{-1}$  para o superfosfato triplo e  $9,63 \text{ MJ.kg}^{-1}$  para o superfosfato simples;
- $K_2O = 6,70 \text{ MJ.kg}^{-1}$  para o cloreto de potássio.

Em conformidade com Campos (2001), os valores dos fertilizantes químicos são:

- $N = 73,35 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ;
- $P_2O_5 = 13,06 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ;
- $K_2O = 9,04 \text{ MJ.kg}^{-1}$ .

O autor ainda ressalta que para a determinação do conteúdo energético do fertilizante, é necessário multiplicar as quantidades efetivas dos elementos

ativos, ou seja, valor líquido de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, dado em kg, pelo valor energético correspondente. Os autores Zanini et al. (2003) utilizaram valores semelhantes.

Bueno (2002) adotou os seguintes coeficientes energéticos para os fertilizantes:

- N = 62,51 MJ.kg<sup>-1</sup> para adubos nitrogenados (FELIPE JÚNIOR, 1984);
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 9,63 MJ.kg<sup>-1</sup> para adubos fosfatados (LOCKERETZ, 1980);
- K<sub>2</sub>O = 9,21 MJ.kg<sup>-1</sup> para adubos potássicos (COX; HARTKINS, 1979).

Já Salla; Cabello (2010) adotaram os seguintes coeficientes energéticos:

- N = 73,30 MJ.kg<sup>-1</sup>;
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 13,90 MJ.kg<sup>-1</sup>;
- K<sub>2</sub>O = 9,20 MJ.kg<sup>-1</sup>.

Zangeneh; Omid; Akram (2010) objetivando determinar a quantidade de input-output de energia usada na produção de batata e análise econômica na província de Hamadan no Iran, adotaram os seguintes coeficientes:

- N = 66,14 MJ.kg<sup>-1</sup>;
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 12,44 MJ.kg<sup>-1</sup>;
- K<sub>2</sub>O = 11,15 MJ.kg<sup>-1</sup>.

Heidari; Omid (2011) estudando padrões de uso de energia em grandes sistemas de produção vegetal de efeito estufa no Irã e estabeleceram os mesmos coeficientes energéticos, assim como outros autores: Mobtaker et al. (2010), Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010) e Zangeneh; Omid; Akram (2010).

Os autores acima citados adotaram os valores do livro “Indicador de Uso de Energia Eficiência da Agricultura” (SHRESTHA, 1998), que são atribuídos a Helsel; Fluck (1992), que apresentam esses coeficientes energéticos em seus estudos, porém os mesmos tomaram como base os valores apresentados por Pimentel (1980b) no Manual de Uso da Energia na Agricultura.

Os recentes trabalhos têm como objetivo principal a realização do balanço energético, ou seja, a entrada e saída de energia nos agroecossistemas em questão e não a determinação dos coeficientes apresentados para os fertilizantes químicos.

Sendo assim, para os cálculos que comporão o dispêndio energético do agroecossistema leiteiro, o presente trabalho adotou os índices 66,14 MJ.kg<sup>-1</sup> de N, 12,44 MJ.kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 11,15 MJ.kg<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O indicados por Heidari; Omid (2011), que representam os valores primeiramente indicados por Helsel; Fluck, (1992) com base em Pimentel (1980b).

Estudando a participação de energia fóssil na produção de fertilizantes nitrogenados, Mendes Júnior (2011) apresenta o processo de produção de ureia através de um fluxograma com todas as etapas de industrialização. O consumo total de energia empregado para a produção de um quilograma de ureia corresponde ao consumo energético de 112,18 MJ.

Ao analisar o fluxograma, o autor verificou uma estrutura de dispêndio energético diferente do esperado, porque conforme apresentados por outros autores, não são mensuradas todas as entradas energéticas do processo de produção da ureia. Assim o autor considerou necessário, que no ato da classificação na matriz energética deve-se realocar para a fonte fóssil 34,2% do total do coeficiente energético do fertilizante nitrogenado ureia, para que assim a estrutura de dispêndio energético fique mais próximo da realidade. Essa proposta foi adotada para o presente trabalho.

Na conversão de unidades físicas em equivalentes energéticos, recomenda-se acrescentar 0,50 MJ.kg<sup>-1</sup> de fertilizantes aplicados, referente ao gasto energético no transporte marítimo, em virtude da grande quantidade de adubo importado (LEACH, 1976).

#### **d) Agrotóxicos**

De acordo com Spadotto; Gomes (1998) anualmente são utilizados no mundo aproximadamente 2,5 milhões de toneladas de agrotóxicos. Já o consumo anual de agrotóxicos no Brasil tem superado a marca de 300 mil toneladas de produtos comerciais. Expresso em quantidade de ingrediente-ativo (i.a.), são consumidas anualmente cerca de 130 mil toneladas no país; representando um aumento

no consumo de agrotóxicos de 700% nos últimos quarenta anos, enquanto a área agrícola aumentou 78% nesse período. O consumo desses produtos difere nas várias regiões do país, sendo mais usados nas regiões Sudeste (cerca de 38%), Sul (31%) e Centro-Oeste (23%).

Pimentel (1973) definiu o valor de  $306,72 \text{ MJ.kg}^{-1}$  para agrotóxicos considerando herbicidas, inseticidas e fungicidas.

Estudando um sistema intensivo de produção de leite, Campos (2001) propôs os coeficientes energéticos dos herbicidas usados para coast-cross e alfafa de acordo com seu teor de ingrediente ativo e dose empregada por hectare cultivado, expressos a seguir:

- Glifosato:  $228,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , dose variável;
- EPTC:  $130,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , para uma dose de  $7,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ ;
- Bentazon:  $218,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , para uma dose de  $2,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ .

Zanini et al. (2003) propuseram o coeficiente energético para o herbicida Glifosato no estabelecimento da cultura de milho em sistema plantio direto para produção de silagem com dosagem de  $3,31 \text{ L.ha}^{-1}$  e  $631,83 \text{ MJ.Kg}^{-1}$ . Foi aplicado o herbicida Atrazinax, na dose de  $6,01 \text{ L.ha}^{-1}$ , de  $368,82 \text{ MJ.kg}^{-1}$  no pós-plantio. Para inseticida, foi aplicado o Lorsbam 480, na proporção de  $1,5 \text{ L.ha}^{-1}$ , seu coeficiente energético correspondente foi de  $363,63 \text{ MJ.kg}^{-1}$ .

Mello (2000) e Romero (2005) consideraram os coeficientes energéticos para herbicidas de  $347,88 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ; para inseticida  $311,08 \text{ MJ.kg}^{-1}$  e  $89,35 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , para formicida. Nesses coeficientes, levou-se em consideração a produção, a formulação e o transporte.

Unakitan; Hurma; Yilmaz (2010), indicaram os coeficientes energéticos  $278 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ,  $288 \text{ MJ.kg}^{-1}$  e  $276 \text{ MJ.kg}^{-1}$  para inseticidas, herbicidas e fungicidas respectivamente.

#### 4.9.1.4 Saídas energéticas

Para Castanho Filho; Chabaribery (1982) são consideradas como saídas energéticas, ou seja, “outputs”, a produção física obtida multiplicada pelo seu valor calórico. Desconsiderou-se o valor energético dos “restos culturais” no conjunto da produção física, pela sua usual incorporação ao solo e consequente reaproveitamento no processo.

Os referidos autores adotaram um coeficiente energético de 2,64 MJ.kg<sup>-1</sup> para determinar a produção física média de leite “cru ou in natura” como saídas energéticas.

## **5 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Caracterização da área de estudo**

O município de Torre de Pedra possuía aproximadamente 2.254 habitantes em 2010, podendo chegar em 2014 a 2.365 habitantes. Possui 71.348 km<sup>2</sup> de área da unidade territorial de acordo com IBGE (2014).

Foi criado em 30 de outubro de 1991, recebendo essa denominação por estar assentado sobre um morro testemunho de 75 metros de altura (Figura 9). Permaneceu durante longo período sob influência de outros municípios dos quais havia sido distrito, ou seja, a partir de 20 de dezembro de 1922 passou a distrito do município de Tatuí e, posteriormente, em 26 de dezembro de 1927, foi transferido para o município de Porangaba (ADAM; NORBERTO, 2009).

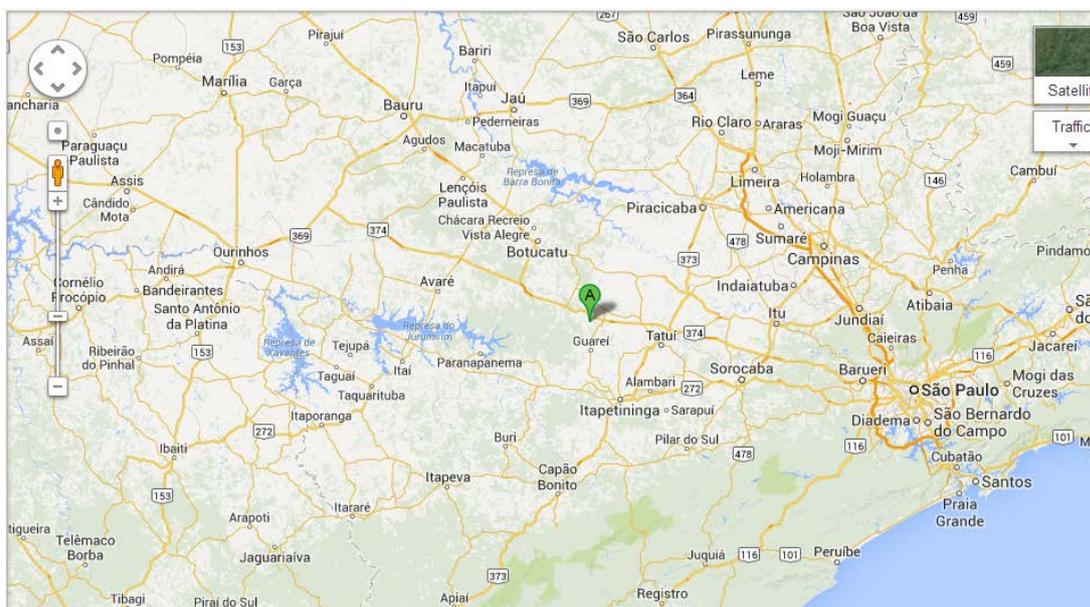
Ainda segundo os autores, Torre de Pedra limita-se com os municípios de Porangaba, Guareí e Bofete (Figura 10). Está localizado no km 167 da rodovia Presidente Castelo Branco (SP-280). De solo triácido do grupo São Bento (efusivo, basílico, argiloso, conglomerado), seu clima é temperado e a temperatura oscila entre mínima de 14,6 a máxima de 28,7° C e altitude de 525m. O município ainda apresenta preocupações de cunho ambiental e socioeconômico e apresentando tradicional vocação econômica voltada para a produção leiteira.

**Figura 9** - Torre de Pedra- motivo do nome da cidade.



Fonte: Arquivo pessoal.

**Figura 10** - Localização do Município Torre de Pedra.



Fonte: Google Maps - ©2014 Google.

De acordo com dados do IBGE (2006), Torre de Pedra é um município que apresenta atividades agrícolas com produção vegetal e animal com

destaque para cana-de-açúcar, grama, equinocultura, asininos e muares. A bovinocultura de corte, leite e mista está presente em 200 estabelecimentos.

## **5.2 Metodologia para coleta dos dados de campo**

Foi realizado um estudo de campo com coleta de dados quantitativos e qualitativos, efetuada por intermédio da aplicação de questionário semiestruturado (Apêndice 1) capaz de estabelecer condições detalhadas de análise dos sistemas de produção leiteira presentes no município.

Em 100 estabelecimentos aproximadamente, produzindo leite com 1.193 vacas, Torre de Pedra alcançou em 2012 a produção de 595 mil litros, com 566.000 Reais de produção anual, de acordo com o IBGE (2014).

Os estabelecimentos com produção de leite ativa se diferem entre si, pois algumas propriedades possuem gado misto, ou mesmo outra atividade agropecuária além da produção de leite. Entre os produtores que produzem apenas leite, encontram-se produtores familiares.

De acordo com Kleinschmitt (2011), Ventura (2002, p. 79) e Dufumier (1996), para a composição dos sistemas de produção de leite, optou-se por trabalhar com amostragens dirigidas. Levou-se em consideração que a mesma deveria estar diretamente relacionada com a representatividade da diversidade do município de Torre de Pedra/SP.

Sendo assim, a elaboração da amostra foi dirigida, construída por produtores representativos que compõem o grupo de 38 associados atualmente ativos na Associação de Produtores familiares de leite bovino do município de Torre de Pedra/SP (Figuras 11 e 12), estes identificados através de pesquisa junto à gerência da Associação, bem como, pelo Departamento de Agricultura e Meio Ambiente e Câmara dos Vereadores (Prefeitura Municipal de Torre de Pedra/SP).

Com a identificação dos sistemas de produção de leite junto à associação, foram realizadas visitas a doze propriedades indicadas pela gerência da associação para que os dados fornecidos pela mesma fossem consolidados através da aplicação dos questionários diretamente com os produtores.

**Figura 11** – Visita na Associação dos produtores e propriedades em Torre de Pedra/SP.



Fonte: Arquivo pessoal.

**Figura 12** - Visita aos produtores associados - identificação dos sistemas de produção.



Fonte: Arquivo pessoal.

Dessa forma, as operações identificadas compõem dois itinerários técnicos diferentes, apresentando então dois sistemas de produção de leite, classificados como sistema de produção 1 e sistema de produção 2, que compõem o grupo de associados. Os dois itinerários técnicos foram descritos para identificar, bem como, especificar o tipo e a quantidade de máquinas e implementos utilizados, tempo de operação por etapa, os insumos empregados e a mão-de-obra envolvida. Seguindo disto, foi realizada a conversão das diversas unidades físicas encontradas em unidades energéticas. Foi também determinada jornada de trabalho e os coeficientes de tempo de operação por unidade de área.

As entradas energéticas do sistema são referentes aos insumos gastos diretamente no processo produtivo (energia direta) e a energia depreciada pelo uso da infraestrutura (energia indireta). A energia direta, de origem biológica e fóssil, foi avaliada pelo produto das demandas físicas do agroecossistema de leite bovino pelo respectivo coeficiente energético, este determinado através de revisão de literatura. No cálculo da energia indireta, foi utilizado o método da depreciação energética, que leva em consideração o coeficiente energético, a massa, o tempo de utilização e a vida útil de máquinas e implementos agrícolas (SOUZA et al., 2009).

Foi considerada como saída energética (output) a produção física obtida, ou seja, o leite multiplicado pelo seu valor calórico (CASTANHO FILHO; CHABARIBERY, 1982).

É importante ressaltar que as informações prestadas pelos produtores familiares de leite foram expressas em medidas não decimais tanto para áreas, informadas em alqueires (24.200 m<sup>2</sup>), quanto para a produção, todas elas foram convertidas para unidades decimais, quais sejam: hectare (10.000 m<sup>2</sup>), para medidas de área e quilograma para medidas de massa.

### **5.3 Coeficientes energéticos**

Com a finalidade de se atingir o objetivo proposto no presente trabalho, cada operação foi descrita identificando e especificando o tipo e a quantidade de máquinas e implementos utilizados nos sistemas de produção de leite em Torre de

Pedra, os insumos empregados e a mão-de-obra envolvida determinando individualmente a massa, a altura, idade e gênero dos trabalhadores.

Foi determinado, também, o tempo de operação por etapa e por área (hectare), a jornada de trabalho, os coeficientes de tempo de operação por área (rendimento), os respectivos consumos de combustíveis, lubrificantes e graxas, além da quantificação de mão-de-obra utilizada por operação.

Em seguida, foi realizada a conversão das diversas unidades físicas encontradas em unidades energéticas. Utilizou-se a unidade em estudos de eficiência energética o Joule (Sistema Internacional de Unidades) e seus múltiplos. No presente trabalho adotou-se 0,2388 como índice de conversão de Joule (J) em caloria (cal) e 4,1868 na conversão de caloria em Joule, conforme definido na 5ª Conferência Internacional sobre as Propriedades do Vapor (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL, 2003). Priorizou-se para a apresentação final dos dados a unidade energética megajoules (MJ), com aproximação em duas casas decimais.

### **5.3.1 Energia direta de origem biológica**

#### **5.3.1.1 Mão-de-obra**

Como já afirmado anteriormente, a contabilização energética provinda do trabalho humano constitui parte controvertida das pesquisas de análise energética, o que faz com que muitos autores considerem ser muito teórico atribuir valores para a energia dispendida pelo trabalho humano, não justificando a sua inclusão na matriz energética de um determinado agroecossistema. Sendo assim, para o cálculo de energia utilizada pelos produtores familiares nas operações do itinerário técnico do presente estudo, foi adotado o coeficiente energético  $2,20 \text{ MJ}\cdot\text{h}^{-1}$  de acordo com Serra et al. (1979) e adotado por Campos et al. (1998) que realizaram balanço energético na produção de silagem de milho em sistema intensivo de produção de leite.

Esse mesmo coeficiente foi adotado por autores como Oliveira Júnior; Seixas (2006), que estudaram análise energética para dois sistemas mecanizados

para a colheita de eucalipto; Assenheimer; Campos, Gonçalves Júnior, (2009) que realizaram balanço energético de sistemas de produção de soja e Campos et al. (2009) que estudaram análise energética na produção de soja em sistema plantio direto.

Após a coleta dos dados dos 38 produtores de leite associados, de acordo com as operações realizadas nos sistemas de produção de leite “A” e “B” foram identificados: jornada de trabalho, coeficientes de tempo de operação e mão-de-obra utilizada. Com esses dados foi possível contabilizar a energia advinda do trabalho humano para os dois sistemas, multiplicando-se o tempo dispendido para a realização da operação em questão pelo coeficiente energético adotado de acordo com a equação 12:

$$\text{Energia direta para mão-de-obra} = \text{CE} \cdot \text{NT} \cdot \text{T} \quad (12)$$

Onde:

CE = coeficiente energético ( $\text{MJ} \cdot \text{h}^{-1}$ );

NT = número de trabalhadores envolvidos na operação;

T = Tempo de trabalho para a realização da operação (h).

### 5.3.1.2 Sementes e mudas

De acordo com Bueno (2002), os valores correspondentes a coeficientes energéticos da semente de milho diferem muito. A variação apresenta-se entre 14,24 e 31,40  $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Para o cálculo do valor energético para o milho em silagem utilizou-se o índice correspondentes a 0,70  $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ , proposto por Ramos (2012).

No caso das mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), empregou-se o valor de 4,44  $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  determinado por Brasil (2013).

Para a energia da pastagem (gramíneas) considerou-se o valor de 1,68  $\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1}$  (PIMENTEL, 1980a).

### **5.3.1.3 Biocombustível**

De acordo com Balanço Energético Nacional de 2013, realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (BRASIL, 2013), o biodiesel apresenta poder calorífico de  $39,13 \text{ MJ.kg}^{-1}$  e massa específica de  $0,88 \text{ kg.L}^{-1}$ , têm-se  $34,43 \text{ MJ.L}^{-1}$ .

### **5.3.1.4 Suplemento concentrado para animais**

Para a determinação da quantidade de energia bruta na fonte proteica fornecida aos animais, é de suma importância discriminá-la na dieta de vacas em lactação. O alimento dado como suplemento concentrado das vacas em lactação presentes nas propriedades dos associados foi o farelo de soja. O coeficiente adotado para este estudo foi  $16,72 \text{ MJ.kg}^{-1}$  (SOARES et al. 2008).

### **5.3.1.5 Produção animal**

De acordo com Church (1980), é necessário considerar na avaliação do uso da energia em sistemas de produção animal, a eficiência com que eles transformam a energia da ração, potencialmente utilizável pelo homem, em energia na forma de produto final, sendo assim, o nível de competição pelo alimento entre produção animal e o homem.

Para o autor essa conexão é quantificada através do índice de retorno humano, que representa a proporção da energia das matérias primas comumente fornecidas aos animais, sendo esta transformada em produto animal, posteriormente utilizado pelo homem, comparada com a energia que ele utilizaria se consumisse a matéria prima de forma direta. Entre as espécies domésticas, os bovinos de leite são os que têm a mais alta e as aves de corte a mais baixa eficiência potencial de transformação de seu alimento em produto humano.

Para Peixoto; Moura; Faria (1993), a eficiência de utilização de energia pelos ruminantes pode ser expressa em termos de unidade de produção por

unidade de alimento consumido. Vale ressaltar que a utilização de energia pelo animal varia com o tipo de alimento consumido: alimentos volumosos possuem menor quantidade de energia disponível, isto é, energia digestível, metabolizável ou líquida, quando comparados com alimentos.

Sendo assim, para a produção animal considerou-se o bovino de leite como um transformador da matéria prima (alimento fornecido) em produto final, ou seja, o leite. Logo, o mesmo não foi contabilizado nos balanços energéticos.

### **5.3.2 Energia direta de origem fóssil**

#### **5.3.2.1 Combustível, óleo lubrificante e graxa**

De acordo com Balanço Energético Nacional de 2013, realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (BRASIL, 2013), o óleo diesel apresenta poder calorífico de  $44,81 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , com massa específica de  $0,840 \text{ kg.L}^{-1}$ . Assim, com um coeficiente energético de  $37,64 \text{ MJ.L}^{-1}$ , considerando um acréscimo de 14% como fator de insumo de produção, conforme recomendado por Serra et al. (1979) e Cervinka (1980), tem-se que o poder calorífico a ser utilizado para o óleo diesel de  $42,91 \text{ MJ.L}^{-1}$ .

Para os óleos lubrificantes que possuem o poder calorífico de  $45,09 \text{ MJ.kg}^{-1}$  com massa específica de  $0,875 \text{ kg.L}^{-1}$  tem-se  $39,46 \text{ MJ.L}^{-1}$ . Já para a graxa, classificada no Balanço Energético Nacional em outras fontes não-energéticas de petróleo, foi utilizado o poder calorífico de  $45,22 \text{ MJ.kg}^{-1}$  com massa específica de  $0,864 \text{ kg.L}^{-1}$ , tem-se o poder calorífico de  $39,07 \text{ MJ.L}^{-1}$  (BRASIL, 2013).

### 5.3.3 Energia indireta de origem industrial

#### - Máquinas e implementos

Para esse estudo, adotou-se a equação para o cálculo de depreciação de máquinas e de implementos, a mesma utilizada por Costa; Bueno (2011).

O coeficiente calórico adotado para máquinas e implementos foi 55,64 MJ.kg<sup>-1</sup> de acordo com o estudo realizado por Mantoam (2011). Esse coeficiente é referente apenas aos insumos diretamente (sem a quantidade de borracha dos pneus inserida no total), insumos indiretamente (insumos comuns) e insumos indiretamente (insumos depreciados), pois ao utilizar a equação para o cálculo de depreciação de máquinas e de implementos utilizada por alguns autores como Comitre (1993), Bueno (2002), Romero (2005) e Costa; Bueno (2011) seriam calculados duplamente a depreciação para manutenção e reparos, além da borracha dos pneus.

O coeficiente calórico utilizado para os pneus foi de 85,83 MJ.kg<sup>-1</sup> (COMITRE, 1993).

Com esses valores, utilizou-se a equação 13 para calcular o valor energético de tratores, de implementos e de equipamentos:

$$\text{Energia indireta para máquinas e implementos} = \frac{a+b+c+d}{\text{vida útil (h)}} \quad (13)$$

Onde:

a = massa das máquinas e implementos X coeficientes energéticos correspondentes;

b = 5% de “a”;

c = número de pneus X massa dos pneus X coeficiente energético de referência; e

d = 12% de (a+b+c).

Para melhor definição da massa, considerou-se o uso do peso de embarque, de acordo com Bueno (2002), que define como peso de embarque do trator, sem contrapeso, sem água nos pneus, sem operador e tanque de combustível com somente 20 litros de óleo diesel. A partir dessa definição e com as informações obtidas no catálogo do fabricante, foi calculada a massa final em aço do trator. Foram verificados em campo as dimensões, tipos e quantidade de pneus para cada um dos implementos e do trator. A massa de cada um dos pneus foi obtida através de catálogos do fabricante.

Com relação aos óleos lubrificantes, os locais, volume, especificação e momento de troca pelo trator e implementos utilizados no itinerário técnico do presente estudo, foram consideradas as especificações técnicas contidas nos manuais e catálogos respectivos.

O gasto de graxa, o número de pontos, momento e injeções por ponto foram obtidos através de Romero (2005).

As indicações para vida útil em horas de uso de máquinas e implementos agrícolas (Tabela AP9, Apêndice 2) foram adotadas segundo as normas 497.7 da American Society of Agricultural Biological Engineers (ASABE, 2011).

Nas operações que constituem o itinerário técnico leiteiro, foi utilizada uma marca e modelo de trator Valtra A850 Linha leve, com uma potência de 85 cv. Os implementos foram: grade aradora modelo Tatu 610 GAICRL, grade niveladora Tatu GH<sup>2</sup>, distribuidor de calcário Tatu DCA 2500, semeadora-adubadora Baldan NSH 2500/4 linhas, adubadora Vicon TDS 750, pulverizador Jacto PJ 401 e uma picadeira JF 508 RMP 1300 1500 com consumo energético de 2,3 kW.h<sup>-1</sup>.

Para as operações de ordenha foi utilizada ordenhadeira de 02 conjuntos GEA Westfalia Surge, com um consumo energético de 1,5 kW.h<sup>-1</sup>. Tanque de refrigeração GEA Westfalia Surge Jaguar com consumo de 3,10 kW.h<sup>-1</sup>.

#### **- Corretivo de solo**

O coeficiente energético utilizado para o presente estudo foi de 0,20 MJ.kg<sup>-1</sup>, o mesmo adotado por Salla; Cabello (2010).

### - Fertilizantes químicos

De acordo com análise química do solo, a formulação química para a adubação juntamente com a semeadura do milho para silagem foi 4-14-8 na quantidade 400,00 kg.ha<sup>-1</sup>. Porém, os produtores da associação utilizam quantidade inferior sendo: 4-14-8 na quantidade 350,00 kg.ha<sup>-1</sup>.

A mistura utilizada contém 14,00 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 49,00 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 28 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Para a adubação de cobertura nitrogenada o recomendado foi 100 kg.ha<sup>-1</sup>. De acordo com a legislação brasileira, lei nº- 6.894/1980 - decreto nº- 4.954/2004 instrução normativa MAPA nº-05/2007 (BRASIL 2007), a ureia apresenta 45% de N em sua composição.

O percentual de importação de cada fertilizante pode ser calculado a partir de tabelas de importações e seus respectivos percentuais, apresentados conforme tabela 4:

**Tabela 4** - Porcentagem média de importação de alguns fertilizantes no Brasil, 2012.

<b>Fertilizante</b>	<b>Porcentagem média</b>
<u>Mistura</u>	
N	74,90%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	39,00%
K <sub>2</sub> O	95,63%
<u>Ureia</u>	74,90%

Fonte: ANDA (2012).

Para fertilizantes químicos, consideraram-se os mesmos índices que Heidari; Omid (2011): 66,14 MJ.kg<sup>-1</sup> de “N”; 12,44 MJ.kg<sup>-1</sup> de “P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>” e , 11,15 MJ.kg<sup>-1</sup> de “K<sub>2</sub>O”. Para ureia considerou-se o índice 112,18 MJ. Kg<sup>-1</sup> de acordo com Mendes Junior (2011).

### - Agrotóxicos

Para o presente estudo foi adotado apenas o coeficiente energético para herbicidas, de acordo com Santos et al. (2007): 418,22 MJ.L<sup>-1</sup>.

### - Energia elétrica

A energia elétrica consumida nos processos foi convertida pelo coeficiente de  $3,60 \text{ MJ.kWh}^{-1}$  (BRASIL, 2011).

#### 5.3.4 Saídas energéticas

Considerou-se como saídas energéticas (outputs) a produção física média de leite obtida multiplicada pelo seu valor calórico  $2,64 \text{ MJ.L}^{-1}$ , adotado por Costa; Bueno (2011), de acordo com Castanho Filho; Chabaribery (1982) . Desconsideraram-se os restos culturais, no conjunto da produção física, pela sua usual incorporação ao solo e conseqüente reaproveitamento no processo.

A produção física média dos agroecossistemas estudados foi de 91.980 e 35.040  $\text{L.ano}^{-1}$  e a produtividade média foi de 4.380 e 2.920  $\text{L.vaca}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  para o sistema de produção 1 e sistema de produção 2 respectivamente (Tabela AP11, Apêndice 2).

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para atingir os objetivos do trabalho permitindo uma melhor compreensão dos dados, os resultados foram expressos de forma a apresentar e tipificar os sistemas de produção leiteira observados, demonstrando assim a participação de cada operação em unidades energéticas por unidade de área e as respectivas matrizes dos coeficientes técnicos da produção.

A partir da matriz dos coeficientes técnicos, foi possível construir a estrutura dos dispêndios energéticos para cada uma das operações que compõem os sistemas de produção de leite presentes no município de Torre de Pedra/SP.

### **6.1 Tipificação dos sistemas de produção de leite**

De acordo com as informações obtidas junto à Associação de Produtores Familiares de Leite Bovino do município de Torre de Pedra/SP, também com a coleta de dados com os produtores, constatou-se como a produção de leite nessa região é realizada. Esses registros foram organizados para que os sistemas de produção identificados, “1” e “2”, fossem agrupados em seus respectivos itinerários técnicos, permitindo detalhar o conjunto de operações que as compõem.

Foram identificados dois sistemas de produção leiteira familiar, denominados aqui como sistema de produção 1 e sistema de produção 2, sendo estes o

objeto de estudo utilizado para construir as estruturas de dispêndios energéticos dos agroecossistemas de leite do município.

O sistema de produção 1 é composto por 85% dos associados, restando 15% para o sistema de produção 2, os quais são descritos na forma que segue.

Os produtores associados, em sua maioria, possuem aposentadoria como fonte de renda complementar, pois a faixa etária está entre 50 – 65 anos de idade. Vale ressaltar que mesmo sendo o trabalho familiar predominante, os produtores contam com trabalho contratado esporadicamente quando considerado necessário. Os produtores, que ainda não contam com aposentadoria, possuem renda exclusiva da produção de leite e produzem derivados do produto quando estes necessitam de renda complementar. Nas propriedades visitadas foi encontrada a raça Girolanda, que está presente em ambos os sistemas.

Todos os produtores fazem descarte de vacas velhas e de bezerros machos, que são vendidos para abate ou doados. Com relação às construções para o fornecimento de suplemento concentrado e volumoso (cocho coberto), local de ordenha e brete, estes estão muito depreciados (em média 25 anos de uso) e, assim, não foram computados. Não foi possível calcular a depreciação energética dos equipamentos de ordenha de ambos os sistemas e tanque de refrigeração da Associação por insuficiência de dados.

Para as operações mecanizadas, presente apenas no sistema de produção 1, o trator e implementos são alugados pela Associação de Produtores de Leite, sendo os mesmos utilizados em todas as propriedades. O trator tem aproximadamente três anos e os implementos sete anos de uso.

### Sistema de produção 1

As vacas são ordenhadas mecanicamente nos períodos da manhã e tarde quando recebem um suplemento volumoso no cocho. O leite é levado duas vezes diretamente para a Associação e mantido em tanque de refrigeração comunitário, sendo recolhido à granel todos os dias, no fim da tarde pelo laticínio mais próximo de Torre de Pedra, localizado no município de Guareí à 25 km de distância. O sistema é considerado intensivo, sendo a suplementação alimentar (concentrado e volumoso) oferecida aos animais para complementar à alimentação a pasto (volumoso), além de água no bebedouro.

No manejo reprodutivo utilizam cobertura controlada e inseminação artificial para manter sempre as vacas em lactação. Os cuidados higiênicos e profiláticos são realizados frequentemente, com aplicação de vacinas e vermífugos. Há exigência da Associação para com os produtores no aspecto do manejo sanitário, com intuito de manter um padrão de qualidade do produto final, o leite. Porém, para o presente estudo, os dados com relação à quantidade bem como frequência de aplicação de vacinas e vermífugos não foram consistentes, e, assim, não foram computados.

A área total média das propriedades presentes na Associação foi de 30,0 ha, entretanto, nos cálculos considerou-se somente a área média de produção para alimentação animal com 26,5 ha, de acordo com a Tabela AP10, Apêndice 2. A área de pastagem em geral é constituída pela cultivar Mombaça (*Panicum maximum*) com uma área média de 23,0 ha.

Os produtores realizam planejamento para a alimentação, há dois anos aproximadamente, no período que compreende os meses de abril a agosto, período de seca, que representa um longo e severo período de escassez de pastagens. Neste período há considerável redução na produção de leite, provocando redução dos lucros da propriedade ou até proporcionando prejuízos ao sistema de produção. Assim, há fornecimento de capineira de cana-de-açúcar, como também, suplemento alimentar com farelo de soja além da silagem de milho. A área média de plantio de milho para produção de silagem é 2,0 ha e para o plantio de cana-de-açúcar 1,5 ha (Tabela AP10, Apêndice 2). Nestas áreas o solo foi arado e gradeado para em seguida realizar o plantio de milho e cana.

Embora essas recomendações sejam de suma importância para uma excelente produção de pastagem bem como prevenindo a área de degradação, os produtores dessa região realizam apenas calagem de 3 em 3 anos, com aplicação a lanço, e não realizam adubação química para a manutenção do pasto de acordo com análise de solo. Vale ressaltar que os dejetos animais não são recolhidos para a utilização do mesmo como adubo orgânico, aplicado de forma adequada, com o objetivo de substituir ou complementar o fertilizante químico.

Na produção de cana-de-açúcar para alimentação animal, o sistema de produção 1 realiza as operações de plantio, cortes manuais e picagem mecanizada. O preparo de solo foi realizado igualmente para a área de plantio para o milho. É utilizada uma carroça com tração animal para transportar a cana picada para o

cocho. Para essa atividade, não são utilizados fertilizantes químicos, inseticidas e herbicidas.

Para a produção de milho para silagem, a operação de plantio é mecanizada e a colheita é manual. É adotado o uso de fertilizantes químicos, tanto para a semeadura com formulado NPK, bem como, adubação de cobertura com ureia, ambos recomendados por profissional especializado que atende a associação quando necessário. O uso de herbicida é adotado e não utilizam inseticidas bem como fungicidas. A silagem é armazenada em forma de trincheira e, posteriormente é transportado com carroça para fornecimento da alimentação no cocho.

Nesse sistema, os produtores contam, em média, com 21 animais em lactação, com produção diária de 12 L.dia<sup>-1</sup> somando um total de 252 L.dia<sup>-1</sup>. A produção anual, em média, é 91.980 litros com produtividade de 4.380 L.vaca<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Tabela AP11, Apêndice 2).

## Sistema de produção 2

O sistema de produção 2 apresenta operações mais simplificadas. As vacas são presas uma vez ao dia, pela manhã, para a ordenha mecanizada e distribuição de suplemento volumoso no bebedouro. O leite é levado diretamente para a Associação e mantido em tanque de refrigeração comunitário, como é realizado para o sistema de produção 1. Também é considerado intensivo, sendo oferecida aos animais cana picada e quando consideram necessário farelo de soja comprado e água no cocho.

No manejo reprodutivo os produtores optam por cobertura controlada e inseminação artificial para manter vacas sempre em lactação. Os cuidados higiênicos e profiláticos são realizados frequentemente, com aplicação de vacinas e vermífugos. Assim, como para o sistema de produção 1, os dados com relação à quantidade bem como frequência de aplicação de vacinas e vermífugos não foram consistentes, e, assim, não foram computados.

A área total média das propriedades presentes na Associação, neste sistema, foi de 22,0 ha, entretanto nos cálculos considerou-se somente a área média de produção para alimentação animal com 13,0 ha, de acordo com a Tabela AP10, Apêndice 2. A área de pastagem é constituída pela cultivar Mombaça (*Panicum maximum*) com uma área média de 12,0 ha.

Os produtores não realizam planejamento para a alimentação no período de seca. A área média de plantio de cana-de-açúcar é de 1,0 ha (Tabela AP10, Apêndice 2). Para a realização do plantio de cana-de-açúcar, não realizaram preparo de solo, sendo a sulcação com enxada e distribuição de mudas manualmente.

Para essa atividade são realizadas as operações de plantio, cortes manuais e picagem mecanizada. É utilizada uma carroça com tração animal para transportar a cana picada para o cocho. Para essa atividade, não são utilizados fertilizantes químicos, inseticidas e herbicidas.

Nesse sistema os produtores contam em média com 12 animais em lactação, com produção diária de 8 L.dia<sup>-1</sup> somando um total de 96 L.dia<sup>-1</sup>. A produção anual em média é 35.040 litros com produtividade de 2.920 L.vaca<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Tabela AP11, Apêndice).

A Tabela 5 apresenta as características gerais médias e índices zootécnicos para os sistemas de produção “1” e “2”.

**Tabela 5** - Operações presentes nos Sistemas de produção 1 e 2.

<b>Características gerais</b>	<b>SISTEMA 1</b>	<b>SISTEMA 2</b>
Tamanho médio da Propriedade	30 ha	22 há
Área média de pastagem	23 ha	12 há
Área média de plantio de milho	2 ha	0
Área média de plantio de cana	1,5 ha	1 ha
Alimentação	Concentrado + volumoso Volumoso	Volumoso
Alimentação suplementar	Farelo de soja	Farelo de soja
Manejo sanitário	Vacinas + carrapaticidas	Vacinas + carrapaticidas
Manutenção das pastagens	Calagem de 3 em 3 anos	Não realiza
Milho silagem (encosta)	Plantio e adubação mecanizada Adubação de cobertura, capina e colheita manual.	Não realiza
Cana-de-açúcar	Plantio e colheita manual	Plantio e colheita manual
Ordenha mecânica	Duas vezes ao dia	Uma vez ao dia
<b>Índices zootécnicos</b>	<b>SISTEMA 1</b>	<b>SISTEMA 2</b>
Quantidade média de animais	31	22
Média de vacas em lactação	21	12
Produção média (L/vaca/dia)	12	8
Período de lactação (dias)	300	300
Produção média de leite (L/dia)	252	96
Peso médio dos animais	360	280
Intervalo entre partos (dias)	360	360
Ordenha	Mecânica (2 vezes/dia)	Mecânica (1 vez/dia)
Destino da produção	Associação (2 vezes/dia)	Associação (1 vez/dia)

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

## 6.2 Operações do itinerário técnico dos sistemas A e B

### 6.2.1 Gradagem aradora

No preparo de solo totalmente mecanizado para o plantio de milho para silagem no sistema de produção 1, utilizou-se grade aradora da marca Tatu

610 com o trator VALTRA A850 4x2 85CV. O sistema de produção 2 não realizou esta operação (Tabela 6). Destacou-se elevada utilização de energia direta de fonte fóssil com entrada de 624,99 MJ.ha<sup>-1</sup>. Sua participação percentual na utilização de energia direta foi de 95,40 %, destacando o óleo diesel com entrada de 618,81 MJ.ha<sup>-1</sup>.

O dispêndio de energia direta de fonte biológica foi de 30,15 MJ.ha<sup>-1</sup> destacando a forma “biodiesel” com 26,13 MJ.ha<sup>-1</sup>, com participação percentual de 86,67 %.

**Tabela 6** - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha<sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de gradagem (grade aradora). Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas culturais (MJ.ha <sup>-1</sup> )		Participação (%)	
	SISTEMAS		SISTEMAS	
	1	2	1	2
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>655,14</b>	–	<b>83,17</b>	–
<b>Biológica</b>	<b>30,15</b>	–	<b>4,60</b>	–
mão-de-obra	4,02	–	13,33	–
Biodiesel	26,13	–	86,67	–
<b>Fóssil</b>	<b>624,99</b>	–	<b>95,40</b>	–
óleo diesel	618,81	–	99,01	–
Lubrificante	2,37	–	0,38	–
graxa	3,81	–	0,61	–
<b>ENERGIA INDIRETA</b>	<b>132,53</b>	–	<b>16,83</b>	–
<b>Industrial</b>	<b>132,53</b>	–	<b>100,00</b>	–
trator	25,90	–	19,54	–
implemento	106,63	–	80,46	–
<b>TOTAL</b>	<b>787,67</b>	–	<b>100,00</b>	–

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Para a energia indireta de fonte industrial o item implemento apresentou-se de forma mais significativa do que o trator, com entrada de 106,63 MJ.ha<sup>-1</sup> e 25,90 MJ.ha<sup>-1</sup>, com participação percentual de 80,46 % e 19,54 % respectivamente. Isso se deve à depreciação do implemento que apresentou-se em maior proporção à depreciação do trator.

## 6.2. 2 Gradagem niveladora

Para a operação de Gradagem niveladora no sistema de produção 1, utilizou-se a grade niveladora Tatu GH2 e o trator VALTRA A850 4x2 85CV. O sistema de produção 2 não realizou essa operação.

Observou-se maior participação de energia direta com entrada de 346,53 MJ.ha<sup>-1</sup> e participação percentual de 90,29 %.

A energia indireta contribuiu com a entrada de 37,25 MJ.ha<sup>-1</sup> e percentual de 9,71% (Tabela 7).

Para o preparo de solo, a gradagem niveladora apresentou menor dispêndio energético comparado à operação de gradagem aradora (Tabela 6).

Notou-se elevada utilização de fonte fóssil com 330,56 MJ.ha<sup>-1</sup>, destacando o consumo de óleo diesel com 326,12 MJ.ha<sup>-1</sup>. Sua participação percentual foi de 98,66 %.

Com relação à participação de energia do tipo direta de fonte biológica, a mão-de-obra, teve participação pouco representativa com percentual de 13,78 % comparada com o biodiesel com 86,22%.

Para a energia indireta de fonte industrial o item implemento (grade niveladora) teve maior participação do que o trator, com entrada de 23,10 MJ.ha<sup>-1</sup> e 14,15 MJ.ha<sup>-1</sup>, com participação percentual de 62,01 % e 37,99 % respectivamente.

Silveira (2010), estudando produção de leite bovino em fazenda experimental em Montes Claros/MG, encontrou resultados semelhantes para operações com gradagem aradora e niveladora, com maior participação percentual para energia direta de fonte fóssil para ambos. Porém o autor constatou que para energia indireta o trator apresentou maior participação do que o implemento com 62,56% e 37,44% na operação de gradagem aradora, 52,92% e 47,08% para gradagem niveladora respectivamente.

**Tabela 7** - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha<sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de gradagem (niveladora). Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas culturais (MJ.ha <sup>-1</sup> )		Participação (%)	
	SISTEMAS		SISTEMAS	
	1	2	1	2
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>346,53</b>	-	<b>90,29</b>	-
<b>Biológica</b>	<b>15,97</b>	-	<b>4,61</b>	-
mão-de-obra	2,20	-	13,78	-
Biodiesel	13,77	-	86,22	-
<b>Fóssil</b>	<b>330,56</b>	-	<b>95,39</b>	-
óleo diesel	326,12	-	98,66	-
Lubrificante	2,17	-	0,66	-
Graxa	2,27	-	0,69	-
<b>ENERGIA INDIRETA</b>	<b>37,25</b>	-	<b>9,71</b>	-
<b>Industrial</b>	<b>37,25</b>	-	<b>100,00</b>	-
Trator	14,15	-	37,99	-
Implemento	23,10	-	62,01	-
<b>TOTAL</b>	<b>383,78</b>	-	<b>100,00</b>	-

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

### 6.2.3 Calagem

Os solos de regiões tropicais geralmente apresentam baixa fertilidade sendo incapazes de sustentar produtividades elevadas e econômicas. Sendo assim, esses solos devem ser manejados com o objetivo de obter-se elevada produtividade e atingir metas de sustentabilidade a longo prazo (PROCHNOW, 2008).

A produtividade das pastagens naturais, normalmente, é satisfatória no período de primavera-verão, porém, no inverno seu crescimento é paralisado pelas baixas temperaturas. Para melhorar a rentabilidade nos sistemas de produção de leite, tanto os produtores do sistema de produção 1 como do sistema de produção 2 deveriam tomar algumas decisões importantes para garantir o aumento da produtividade de ambos os sistemas como, por exemplo, realização do melhoramento do campo nativo através da adubação, calagem e introdução de espécies forrageiras. Porém, apenas a calagem de 3 em 3 anos com a finalidade de corrigir a acidez do solo é realizada pelos produtores do sistema de produção 1.

Para a realização dessa operação utilizou-se distribuidor Calcário Tatu DCA 2500 e trator VALTRA A850 4x2 85CV.

Observou-se no sistema de produção 1 participação significativa tanto de energia do tipo direta como indireta com entradas de 303,96 MJ.ha<sup>-1</sup> e 286,17 MJ.ha<sup>-1</sup>; participação percentual de 51,51% e 48,49% respectivamente (Tabela 8).

Para o dispêndio de energia do tipo direta, destacou-se a de fonte fóssil para o óleo diesel com 285,35 MJ.ha<sup>-1</sup> com participação de 98,87%. Já a fonte biológica apresentou entrada de 15,35 MJ.ha<sup>-1</sup> e percentual de 5,05%, com destaque para o biodiesel com entrada de 12,05 MJ.ha<sup>-1</sup> e percentual de 78,50%.

Para a energia indireta de fonte industrial o item calcário destacou-se com entrada de 200,00 MJ.ha<sup>-1</sup> e percentual de 69,89% sendo que os itens trator e implemento apresentam participações inferiores de 7,42% e 22,69% .

Resultados semelhantes foram encontrados por Costa (2010). Já Bueno (2002) realizou análise energética para a cultura do milho e encontrou dispêndio energético superior para energia indireta de fonte industrial com destaque para o calcário na operação de calagem.

Para as operações totalmente mecanizadas e com a participação de insumos industriais, a operação de calagem apresentou menor dispêndio energético comparado com operação de adubação em cobertura com dispêndio de aproximadamente nove vezes superior (Tabela 11).

**Tabela 8** - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha<sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de calagem. Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas culturais (MJ.ha <sup>-1</sup> )		Participação (%)	
	SISTEMAS		SISTEMAS	
	1	2	1	2
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>303,96</b>	-	<b>51,51</b>	-
<b>Biológica</b>	<b>15,35</b>	-	<b>5,05</b>	-
mão-de-obra	3,30	-	21,50	-
Biodiesel	12,05	-	78,50	-
<b>Fóssil</b>	<b>288,61</b>	-	<b>94,95</b>	-
óleo diesel	285,35	-	98,87	-
Lubrificante	1,97	-	0,68	-
Graxa	1,29	-	0,45	-
<b>ENERGIA INDIRETA</b>	<b>286,17</b>	-	<b>48,49</b>	-
<b>Industrial</b>	<b>286,17</b>	-	<b>100,00</b>	-
Trator	21,23	-	7,42	-
Implemento	64,94	-	22,69	-
Calcário	200,00	-	69,89	-
<b>TOTAL</b>	<b>590,13</b>	-	<b>100,00</b>	-

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

#### 6.2.4 Aplicação de herbicida

Para essa operação totalmente mecanizada no controle de plantas daninhas, utilizou-se o pulverizador Jacto JP 401. Constatou-se que a energia do tipo direta teve menor participação com 37,39% comparada com a energia do tipo indireta com 62,61% (Tabela 9).

Com relação à energia direta, constatou-se maior entrada de fonte fóssil com 250,06 MJ.ha<sup>-1</sup>, representando 95,23% do total de participação de energia direta; destacando óleo diesel que contribuiu com 97,81% do total de fonte fóssil. Já a energia direta de fonte biológica apresentou baixa participação com 4,77%.

Observou-se que a entrada de energia indireta de fonte industrial com 439,75 MJ.ha<sup>-1</sup> teve destaque para o uso de herbicida com 418,22 MJ.ha<sup>-1</sup>, representando 95,10% do total de participação de fonte industrial.

**Tabela 9** - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha<sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de aplicação de herbicida. Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas culturais (MJ.ha <sup>-1</sup> )		Participação (%)	
	SISTEMAS		SISTEMAS	
	1	2	1	2
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>262,59</b>	-	<b>37,39</b>	-
<b>Biológica</b>	<b>12,53</b>	-	<b>4,77</b>	-
mão-de-obra	2,20	-	17,56	-
Biodiesel	10,33	-	82,44	-
<b>Fóssil</b>	<b>250,06</b>	-	<b>95,23</b>	-
óleo diesel	244,59	-	97,81	-
Lubrificante	3,16	-	1,26	-
Graxa	2,31	-	0,92	-
<b>ENERGIA INDIRETA</b>	<b>439,75</b>	-	<b>62,61</b>	-
<b>Industrial</b>	<b>439,75</b>	-	<b>100,00</b>	-
Trator	15,15	-	3,45	-
Implemento	6,38	-	1,45	-
Herbicida	418,22	-	95,10	-
<b>TOTAL</b>	<b>702,34</b>	-	<b>100,00</b>	-

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

O conjunto trator e implemento apresentaram entradas não significativas com 15,15 MJ.ha<sup>-1</sup> e 6,38 MJ.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Costa (2009) encontrou resultados semelhantes.

### 6.2.5 Plantio e adubação

A operação de plantio e adubação apresentou comportamento oposto ao observado na operação de calagem (Tabela 8) para o sistema “1”, com relação à distribuição percentual estabelecida entre energia direta (24,83%) e indireta (75,17%), conforme demonstra a Tabela 10.

Com relação à energia direta de fonte biológica, o sistema de produção 1 apresentou entrada de 81,50 MJ.ha<sup>-1</sup>, com participação de 12,37%. Isso ocorreu, pois a entrada na forma “biodiesel” com 24,10 MJ.ha<sup>-1</sup> e participação de

29,57% apresentou-se de forma significativa. Já o sistema de produção 2 apresentou entrada de fonte biológica de 43,40 MJ.ha<sup>-1</sup> com participação de 100%, pois não houve entradas de fonte fóssil, bem como industrial.

Para ambos os sistemas a utilização de sementes de milho e mudas de cana-de-açúcar contribuíram de forma significativa para entrada de energia direta de fonte biológica com 65,03% e 89,86%.

O alto dispêndio energético de energia indireta observado deve-se à utilização de fertilizantes que contribuiu com 94,07% do total de fonte industrial no sistema de produção 1 para o plantio e adubação de milho para silagem.

Esse comportamento foi observado por Bueno (2002) com maior participação de energia indireta de fonte industrial, devido ao uso de fertilizantes com 98,83%.

Costa (2009) apresentou resultados semelhantes para os produtores estudados com alta participação de fertilizantes em média de 90%.

Almeida (2007) estudou quatro sistemas de produção de milho, mecanizados e não mecanizados. O autor constatou nos sistemas mecanizados um equilíbrio entre as quantidades dispendidas de energia: energia direta com 51,46% e 48,54% para energia indireta. Esse equilíbrio deveu-se à uma participação maior da energia de fonte biológica representada basicamente pelas sementes e de fonte fóssil pelo óleo diesel. Já a energia indireta foi representada quase que totalmente pelo uso de adubos formulados.

**Tabela 10** - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha<sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de plantio e adubação. Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas culturais (MJ.ha <sup>-1</sup> )		Participação (%)	
	SISTEMAS		SISTEMAS	
	1	2	1	2
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>658,72</b>	<b>43,40</b>	<b>24,83</b>	<b>100,00</b>
<b>Biológica</b>	<b>81,50</b>	<b>43,40</b>	<b>12,37</b>	<b>100,00</b>
mão-de-obra	4,40	4,40	5,40	10,14
sementes e mudas	53,00	39,00	65,03	89,86
Biodiesel	24,10	-	29,57	-
<b>Fóssil</b>	<b>577,22</b>	-	<b>87,63</b>	-
óleo diesel	570,70	-	98,87	-
Lubrificante	2,96	-	0,51	-
Graxa	3,56	-	0,62	-
<b>ENERGIA INDIRETA</b>	<b>1.994,27</b>	-	<b>75,17</b>	-
<b>Industrial</b>	<b>1.994,27</b>	-	<b>100,00</b>	-
Trator	28,31	-	1,42	-
Implemento	89,86	-	4,51	-
fertilizante (NPK)	1.876,10	-	94,07	-
<b>TOTAL</b>	<b>2.652,99</b>	<b>43,40</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

### 6.2.6 Adubação em cobertura

Assim como na operação de plantio e adubação (Tabela 10), o sistema de produção 1 apresentou maior participação de entradas provindas de energia indireta com 61, 59%, destacando a forma “fertilizante (ureia)” com 99,27% de participação (Tabela 11).

Porém, a diferença entre a participação de energia direta e indireta não é tão alta comparada com a observada no plantio e adubação. Isso se deve à realocação de 34,2% do total do coeficiente energético do fertilizante nitrogenado ureia para energia direta de fonte fóssil de acordo com Mendes Júnior (2011).

Em relação à estrutura de dispêndio energético, alguns autores em seus estudos não mensuraram todas as entradas energéticas do processo de produção

da ureia. Sendo assim, o custo energético para a produção de um quilo de N apresenta-se diferente entre os autores.

Com relação à participação da entrada de energia direta de fonte biológica com participação de 12,44%, a mão-de-obra não contribuiu significativamente, sendo que o biodiesel contribuiu com 87,56%. Já a participação de fonte fóssil foi alta em função do uso de fertilizantes e óleo diesel com participação de 83,44% e 16,23% respectivamente.

**Tabela 11** - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha<sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de adubação em cobertura. Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas culturais (MJ.ha <sup>-1</sup> )		Participação (%)	
	SISTEMAS		SISTEMAS	
	1	2	1	2
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>2093,63</b>	-	<b>38,41</b>	-
<b>Biológica</b>	<b>17,69</b>	-	<b>0,84</b>	-
mão-de-obra	2,20	-	12,44	-
Biodiesel	15,49	-	87,56	-
<b>Fóssil</b>	<b>2075,94</b>	-	<b>99,16</b>	-
óleo diesel	336,88	-	16,23	-
Lubrificante	1,97	-	0,09	-
Graxa	4,88	-	0,24	-
fertilizante (ureia)	1.732,21	-	83,44	-
<b>ENERGIA INDIRETA</b>	<b>3.357,14</b>	-	<b>61,59</b>	-
<b>Industrial</b>	<b>3.357,14</b>	-	<b>100,00</b>	-
Trator	14,15	-	0,42	-
Implemento	10,25	-	0,31	-
fertilizante (ureia)	3.332,74	-	99,27	-
<b>TOTAL</b>	<b>5.450,77</b>	-	<b>100,00</b>	-

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Os autores Bueno (2002), Almeida (2007) e Costa (2009) constataram um desequilíbrio entre o dispêndio de energia direta e indireta devido à alta participação de energia indireta de fonte industrial pelo uso de fertilizantes químicos nitrogenados (ureia e sulfato de amônio). Os autores Bueno (2002) e Almeida (2007) apenas contabilizaram a entrada de energia indireta de fonte industrial para a ureia.

Com o avanço de estudos para verificação da participação de energia direta de fonte fóssil na fabricação de fertilizantes, como o estudo realizado por

Mendes Júnior (2011), a diferença entre as entradas de energias direta e indireta podem se apresentar de forma mais equilibrada, o que aproximaria mais a estrutura de dispêndio energético da realidade e definiria mais adequadamente a dependência do insumo (no caso ureia) de fontes fósseis, e, por consequência, todo o agroecossistema.

### 6.2.7 Colheita manual do milho e cana-de-açúcar

Para a colheita manual de milho no sistema de produção 1 e de cana-de-açúcar no sistema de produção 2; o dispêndio energético para mão-de-obra foi o mesmo de 8,79 MJ.ha<sup>-1</sup>, com participação de 100% de energia direta de fonte biológica (Tabela 12).

**Tabela 12** - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha<sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de colheita manual. Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas Culturais (MJ.ha <sup>-1</sup> )	
	SISTEMA 1 e 2	Participação %
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>8,79</b>	<b>100,00</b>
<b>Biológica</b>	<b>8,79</b>	<b>100,00</b>
Mão-de-obra	8,79	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>8,79</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

### 6.2.8 Picagem e fornecimento de silagem de milho e cana-de-açúcar

Essa operação no sistema de produção 1 apresentou participação não significativa de energia direta com entrada de somente fonte biológica com apenas 9,96%, correspondente à energia dispendida para a picagem do milho para silagem, transporte manual e posterior distribuição para a alimentação animal. Já o dispêndio energético de fonte industrial teve participação de 90,04% de energia elétrica com a utilização de uma picadeira JF 508 RMP 1300 1500 (Tabela 13).

O sistema de produção 2 apresentou dispêndio de 4,40 MJ.ha<sup>-1</sup> para energia direta de fonte biológica para a picagem de cana, transporte manual e posterior distribuição de cana-de-açúcar para a alimentação animal. Apresentou dispêndio de 59,58 MJ.ha<sup>-1</sup> para energia indireta de fonte industrial.

**Tabela 13** - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha<sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de produção de silagem de milho e fornecimento de cana-de-açúcar picada. Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas Culturais (MJ. ha <sup>-1</sup> )		Participação %	
	SISTEMAS		SISTEMAS	
	1	2	1	2
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>6,59</b>	<b>4,40</b>	<b>9,96</b>	<b>6,88</b>
<b>Biológica</b>	<b>6,59</b>	<b>4,40</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
mão-de-obra	6,59	4,40	100,00	100,00
<b>ENERGIA INDIRETA</b>	<b>59,58</b>	<b>59,58</b>	<b>90,04</b>	<b>93,12</b>
<b>Industrial</b>	<b>59,58</b>	<b>59,58</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
energia elétrica	59,58	59,58	100,00	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>66,17</b>	<b>63,98</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

### 6.2.9 Fornecimento de farelo de soja

Para essa operação o gasto energético apresentou-se alto para a energia direta de fonte biológica referente ao uso de farelo de soja para ambos os sistemas com 2.508 MJ.ha<sup>-1</sup> para o sistema de produção 1 e 1.672 MJ.ha<sup>-1</sup> para o sistema de produção 2. A participação da mão-de-obra não foi significativa com 0,26% e 0,13% respectivamente. Essa desproporcionalidade ocorreu pelo uso de farelo de soja (Tabela 14).

Silveira (2010) também encontrou altos valores de dispêndio energético para energia direta de fonte biológica e a forma responsável para esses valores elevados foi o uso de ração concentrada, esta composta por milho, ureia e farelo de soja, pois esses componentes apresentam altas composições energéticas, o que eleva

os resultados nos cálculos para a determinação do dispêndio energético com a utilização dos mesmos na operação de fornecimento de alimentos para os animais.

Em seu estudo o autor forneceu 1.083,05 kg.ha<sup>-1</sup> de ração concentrada em dieta de vacas em lactação. A proporção dos ingredientes da ração concentrada foi: 758,14 kg.ha<sup>-1</sup> de milho grão com dispêndio energético de 12.484,05 MJ. ha<sup>-1</sup>; 21,66 kg.ha<sup>-1</sup> de ureia com dispêndio energético de 1.353,94 MJ.ha<sup>-1</sup>; 32,49 kg.ha<sup>-1</sup> de sal mineral que não teve seu dispêndio energético calculado e 270,76 kg.ha<sup>-1</sup> de farelo de soja com dispêndio de 4.641,03 MJ.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 14** - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha<sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de fornecimento de alimentação suplementar. Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas culturais (MJ.ha <sup>-1</sup> )		Participação (%)	
	SISTEMAS		SISTEMAS	
	1	2	1	2
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>2.514,59</b>	<b>1.674,20</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Biológica</b>	<b>2.514,59</b>	<b>1.674,20</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
mão-de-obra	6,59	2,20	0,26	0,13
farelo de soja	2.508,00	1.672,00	99,74	99,87
<b>TOTAL</b>	<b>2.514,59</b>	<b>1.674,20</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

A diferença entre os dois sistemas foi principalmente devido à quantidade de farelo de soja fornecida. O sistema de produção 1 forneceu 150,00 kg.ha<sup>-1</sup> para os animais e o sistema de produção 2 forneceu 100,00 kg.ha<sup>-1</sup>.

### 6.2.10 Manejo sanitário

Nessa operação o dispêndio energético de fonte biológica representado pela mão-de-obra foi de 2,20 MJ.ha<sup>-1</sup> para o sistema de produção 1 e de 4,40 MJ.ha<sup>-1</sup> para o sistema de produção 2. (Tabela 15).

**Tabela 15** - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha<sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de manejo sanitário. Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas culturais (MJ.ha <sup>-1</sup> )		Participação (%)	
	SISTEMAS		SISTEMAS	
	1	2	1	2
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>2,20</b>	<b>4,40</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Biológica</b>	<b>2,20</b>	<b>4,40</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
mão-de-obra	2,20	4,40	100,00	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>2,20</b>	<b>4,40</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Para os estudos de Silveira (2010) e Costa (2009) a operação manejo sanitário teve entrada de energia para mão-de-obra de 6,44 MJ.ha<sup>-1</sup> e 7,84 MJ.ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Esse valores encontrados pelos autores citados são próximo pois ambos adotaram o cálculo do GER, de acordo com Bueno (2002), onde foi mensurados os gastos com referente à fase de trabalho, atividades extra-laborativas e gasto energético no repouso.

### 6.2.11 Ordenha e refrigeração

Constatou-se, na Tabela 16, que há um desequilíbrio entre o dispêndio energético de energia direta comparado com o de energia indireta para a operação de ordenha para ambos os sistemas com valores iguais. A participação de energia direta de fonte biológica não se apresentou significativamente, com apenas 0,60%. Já a entrada de energia indireta de fonte industrial contribuiu com 99,40% com o uso de energia elétrica.

Costa (2009) e Silveira (2010) encontraram desequilíbrio semelhante entre os dispêndios energéticos em seus estudos.

**Tabela 16** - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha<sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de ordenha. Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas Culturais (MJ.ha <sup>-1</sup> )		Participação %
	SISTEMA 1 e 2		SISTEMA 1 e 2
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>4,40</b>		<b>0,60</b>
<b>Biológica</b>	<b>4,40</b>		<b>100,00</b>
Mão-de-obra	4,40		100,00
<b>ENERGIA INDIRETA</b>	<b>725,00</b>		<b>99,40</b>
<b>Industrial</b>	<b>725,00</b>		<b>100,00</b>
Energia elétrica	725,00		100,00
<b>TOTAL</b>	<b>729,40</b>		<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

#### 6.2.12 Transporte interno

Nessa operação o sistema de produção 1 que possui silagem de milho e o sistema de produção 2 que fornece cana-de-açúcar picada realizam o transporte da alimentação para os animais manualmente.

Para ambos os sistemas de produção o dispêndio de energia direta de fonte biológica foi o mesmo, com 4,40 MJ.ha<sup>-1</sup> (Tabela 17).

**Tabela 17** - Entrada de energia por tipo, fonte e forma de energia em MJ.ha<sup>-1</sup> no agroecossistema leiteiro e participações percentuais na operação de transporte interno. Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas Culturais (MJ.ha <sup>-1</sup> )		Participação %
	SISTEMA 1 e 2		SISTEMA 1 e 2
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>4,40</b>		<b>100,00</b>
<b>Biológica</b>	<b>4,40</b>		<b>100,00</b>
Mão-de-obra	4,40		100,00
<b>TOTAL</b>	<b>4,40</b>		<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

### 6.3 Participação das operações do itinerário técnico

Na Tabela 18, pode-se verificar a participação das diversas operações do itinerário técnico no consumo energético no agroecossistema leiteiro por unidade de área e o percentual da participação de cada operação.

**Tabela 18** - Participação das operações do itinerário técnico no agroecossistema leiteiro dos sistemas A e B em MJ.ha<sup>-1</sup> e em porcentagem da matriz energética, Torre de Pedra/SP ano 2012.

OPERAÇÃO	MJ.ha <sup>-1</sup>		%	
	SISTEMAS			
	1	2	1	2
Gradagem 1 grade aradora	787,67	0	5,67	0
Gradagem 2 grade niveladora	383,78	0	2,76	0
Calcário	590,13	0	4,25	0
Aplicação herbicida	702,34	0	5,06	0
Plantio e adubação	2.652,99	43,40	19,10	1,72
Adubação de cobertura	5.450,77	0	39,23	0
Colheita manual	8,79	8,79	0,06	0,35
Silagem de milho/cana	66,17	63,98	0,48	2,53
Alimentação suplementar	2.514,59	1.674,20	18,10	66,21
Manejo sanitário	2,20	4,40	0,02	0,17
Ordenha mecânica	729,40	729,40	5,25	28,85
Transporte interno de produção	4,40	4,40	0,03	0,17
<b>TOTAL</b>	<b>13.893,23</b>	<b>2.528,57</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Ao analisar todas as entradas de energia no agroecossistema leiteiro estudado, o sistema de produção 1 apresentou maior participação na operação de adubação em cobertura com 39,23%. As operações de alimentação suplementar e plantio e adubação apresentaram dispêndios energéticos similares com participação de 18,10% e 19,10% respectivamente.

Vale ressaltar que as operações para a produção de milho para silagem como gradagem (aradora e niveladora), aplicação de herbicida, plantio e

adubação, adubação em cobertura, colheita manual e silagem de milho, juntas dispenderam 72,36% devido em grande parte ao uso de fertilizantes, com 49,86% de participação geral (Tabela 19).

Ramos (2012) aponta 84,79% de participação de fertilizantes no processo de produção para silagem de milho em seu estudo.

O sistema de produção 2 apresentou maior dispêndio para a alimentação suplementar, representada pelo farelo de soja que apresenta alto índice calórico, proporcionando assim participação significativa comparada com as demais operações. Pode-se considerar o sistema de produção 2 mais simplificado, com um menor número de operações envolvidas. Assim a participação do componente farelo de soja torna o dispêndio energético do sistema mais significativo (Tabela 19).

Na Tabela 19, observa-se a participação do fertilizante ureia nas formas fósfil e industrial com participações de 12,44% e 23,94% respectivamente no sistema de produção 1.

A participação do biodiesel comparada com o diesel é pouco significativa. Porém vale ressaltar que pela legislação, em vigor quando do processamento dos dados da pesquisa, apenas 5% de biodiesel é utilizado na composição do combustível que contém 95% diesel, provindo de fonte fósfil.

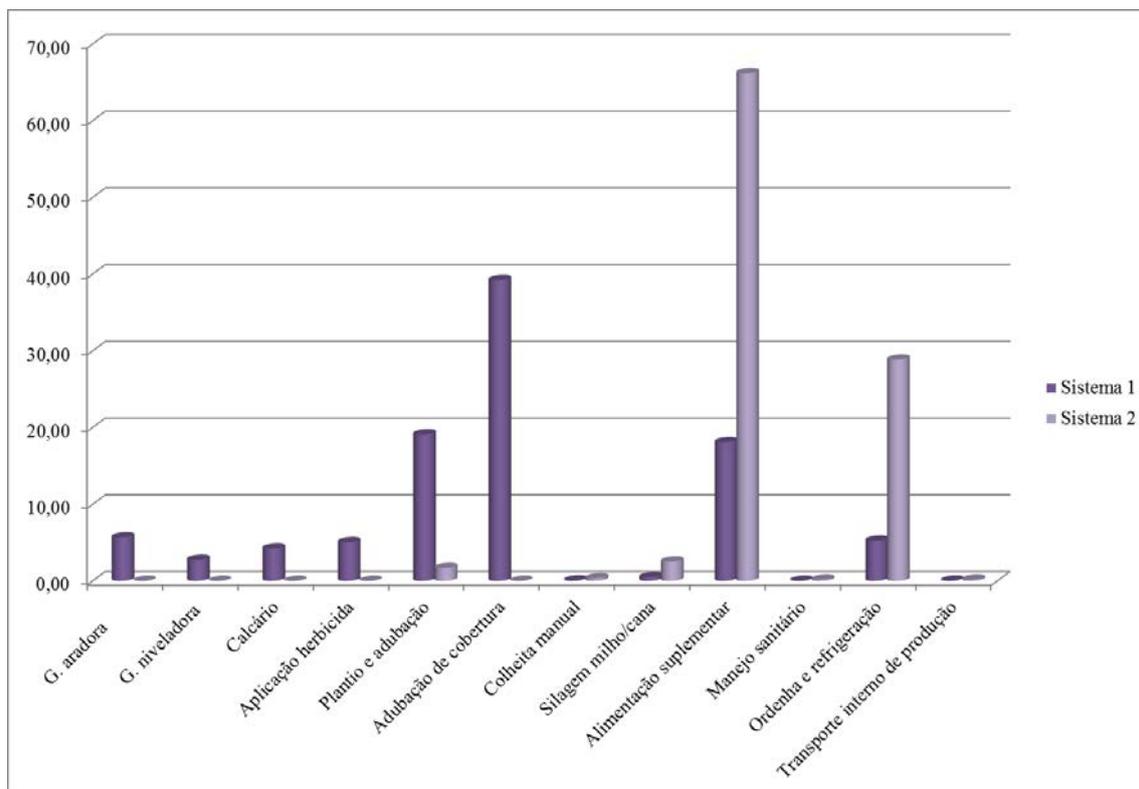
Vale destacar também a participação do farelo de soja em ambos os sistemas com 18,01% para o sistema de produção 1 e 66,12% no sistema de produção 2.

**Tabela 19** - Participação das diversas formas de energia do itinerário técnico no agroecossistema leiteiro dos sistemas A e B em MJ.ha<sup>-1</sup> porcentagem da matriz energética, Torre de Pedra/SP ano 2012.

FORMA		MJ. ha <sup>-1</sup>		% da Matriz	
		SISTEMAS			
		1	2	1	2
Mão-de-obra		51,29	32,99	0,37	1,30
Sementes e mudas	<b>Biológica</b>	53,00	39,00	0,38	1,54
Farelo de soja		2.508,00	1.672,00	18,01	66,12
Biodiesel		101,87	0	0,73	0
Óleo diesel		2.412,45	0	17,33	0
Lubrificante	<b>Fóssil</b>	14,60	0	0,10	0
Graxa		18,57	0	0,13	0
Fertilizante (ureia)		1.732,21	0	12,44	0
Trator		117,99	0	0,85	0
Implemento		301,16	0	2,16	0
Calcário		200,00	0	1,44	0
Herbicida	<b>Industrial</b>	418,22	0	3,00	0
Fertilizante (NPK)		1.876,10	0	13,48	0
Fertilizante (ureia)		3.332,74	0	23,94	0
Energia elétrica		784,58	784,58	5,64	31,03
<b>TOTAL</b>		<b>13.922,78</b>	<b>2.528,57</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Na Figura 13 nota-se claramente que o maior dispêndio para o sistema de produção 1 foi para a adubação em cobertura e para o sistema de produção 2 foi para alimentação suplementar. Porém, o sistema de produção 2 não apresenta dispêndio de energia especificamente de fonte fóssil em suas operações.

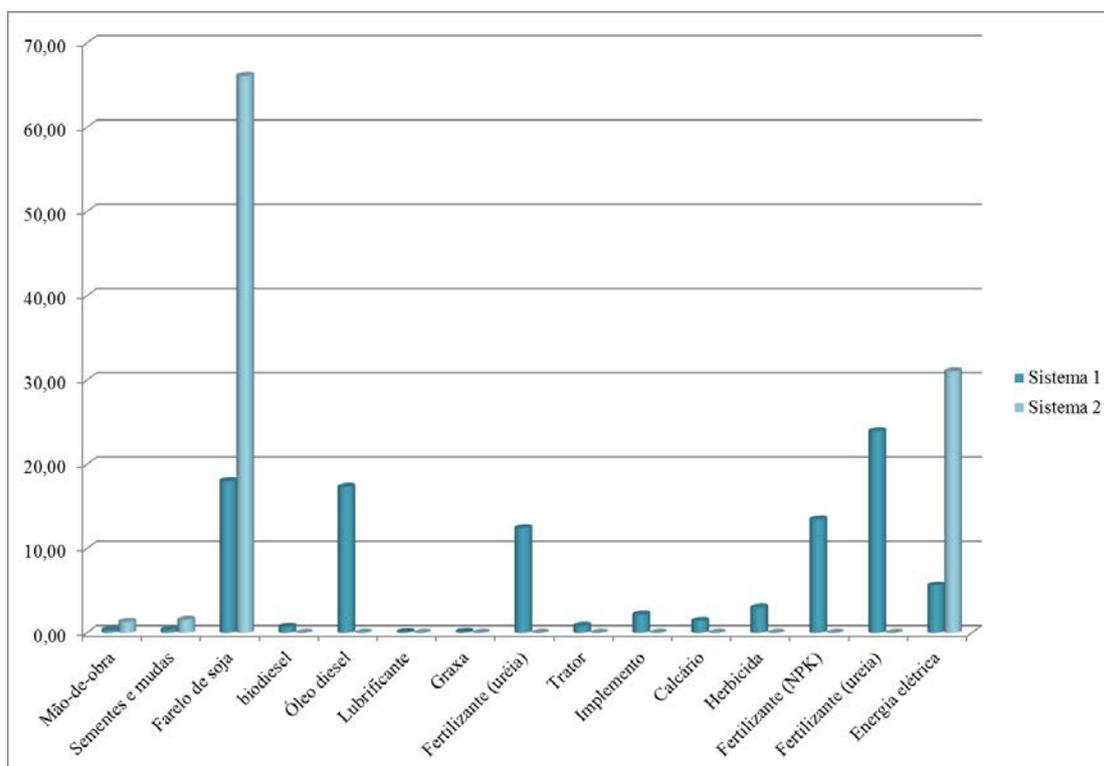
**Figura 13** - Participações percentuais das operações do itinerário técnico.

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2012).

Analisando mais detalhadamente através das formas de energia, a Figura 14 demonstra que o itinerário técnico para o sistema de produção 1 teve maior participação dos fertilizantes (formulado NPK e ureia) com 49,86%.

Dentre os fertilizantes químicos, os adubos nitrogenados destacam-se por serem adicionados em maiores quantidades nos sistemas de produção agrícolas, quando comparados aos potássicos e fosfatados, e também por consumirem maior quantidade de energia fóssil para sua manufatura (2,00; 0,33 e 0,21 kg de combustível fóssil/kg de fertilizante nitrogenado, fosfatado e potássico, respectivamente) de acordo com a FAO (1980).

Mendes Junior (2011) concluiu que para o processo de produção de 1 kg de ureia, a utilização da nafta e do gás natural, energias não renováveis de fonte fóssil, alcançam um valor energético de 38,41 MJ.

**Figura 14.** Participações das diversas formas de energia do itinerário técnico.

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2012).

#### 6.4 Estrutura dos dispêndios energéticos

Considerando o agroecossistema leiteiro estudado, a partir do itinerário técnico apresentado no ano agrícola 2011/2012 em Torre de Pedra/SP, a produção de leite para o sistema de produção 1 foi de 91.980,00 L em uma área de 26,50 ha. Com produtividade de 3.470,94 L.ha<sup>-1</sup>, a saída útil para o sistema foi de 9.163,29 MJ.ha<sup>-1</sup>. Já para o sistema de produção 2 a produção de leite foi de 35.040,00 L em uma área de 13,00 ha. Com produtividade de 2.695,38 L.ha<sup>-1</sup>, a saída útil foi de 7.115,82 MJ.ha<sup>-1</sup>.

Na Tabela 20 é possível verificar a estrutura dos dispêndios por tipo, fonte e forma energia do itinerário técnico no agroecossistema leiteiro para ambos os sistemas.

Para o sistema de produção 1 as energias direta e indireta participaram com 49,50% e 50,50%; já o sistema de produção 2 com 68,97% e 31,03% respectivamente.

O sistema de produção 1 apresenta equilíbrio no dispêndio dos tipos de energia. Isso deve-se à realocação de 34,2% do total do coeficiente energético do fertilizante nitrogenado ureia para energia direta de fonte fóssil e a utilização do farelo de soja.

Silveira (2010) computou o farelo de soja na composição da ração concentrada e encontrou no dispêndio energético de seu estudo 73,73% de participação de energia direta e 26,27% de indireta.

Ramos (2012) também computou o farelo de soja e aponta essa entrada como a mais participativa energeticamente com 45,86% na matriz energética do agroecossistema leiteiro estudado e a participação de energias direta e indireta foi de 67,41% e 32,59%, participações similares às encontradas para o sistema de produção 2 que teve 95,97% de participação apenas de farelo de soja no total de energia direta de fonte biológica.

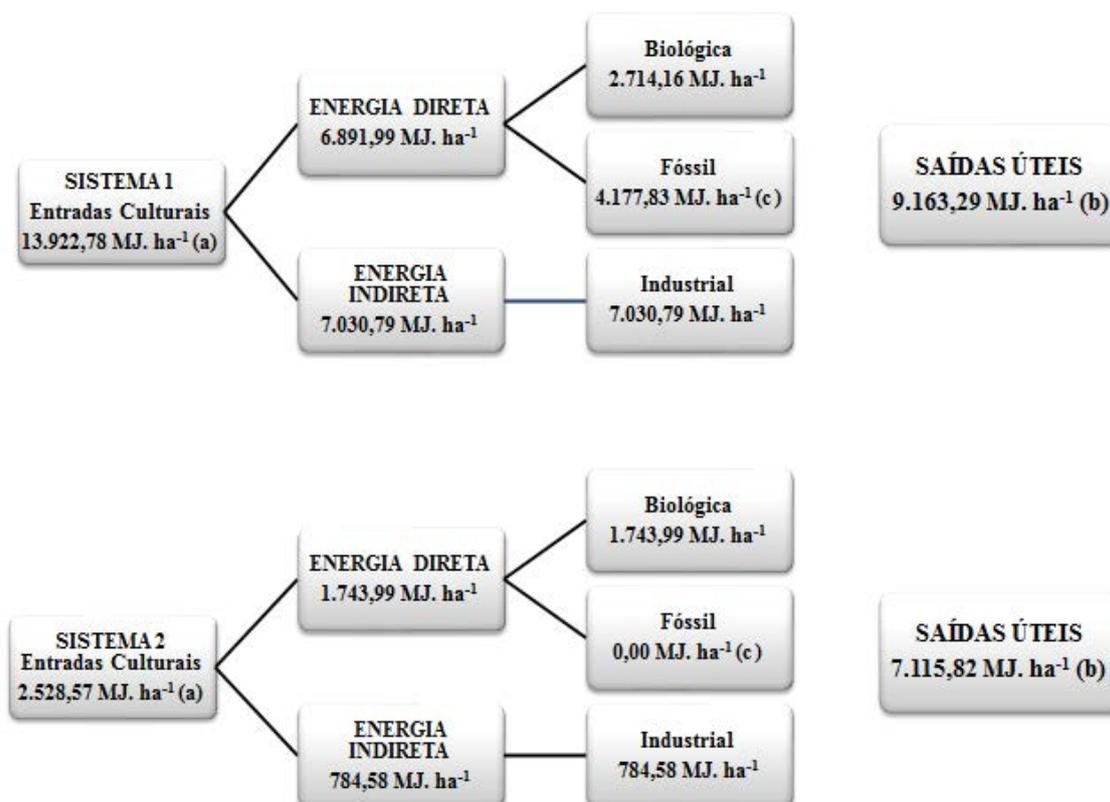
**Tabela 20** - Estrutura dos dispêndios por tipo, fonte e forma energia do itinerário técnico no agroecossistema leiteiro em MJ. ha<sup>-1</sup>, Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas culturais MJ. ha <sup>-1</sup> (a)		Participação %	
	SISTEMAS			
	1	2	1	2
<b>ENERGIA DIRETA</b>	<b>6.891,99</b>	<b>1.743,99</b>	<b>49,50</b>	<b>68,97</b>
<b>Biológica</b>	<b>2.714,16</b>	<b>1.743,99</b>	<b>39,38</b>	<b>100,00</b>
Mão-de-obra	51,29	32,99	1,89	1,89
Sementes e mudas	53,00	39,00	1,95	2,24
Farelo de soja	2.508,00	1.672,00	92,40	95,87
Biodiesel	101,87	0	3,75	0
<b>Fóssil (c)</b>	<b>4.177,83</b>	<b>0</b>	<b>60,62</b>	—
Óleo diesel	2.412,45	0	57,74	—
Lubrificante	14,60	0	0,35	—
Graxa	18,57	0	0,44	—
Fertilizante (ureia)	1.732,21	0	41,46	—
<b>ENERGIA INDIRETA</b>	<b>7.030,79</b>	<b>784,58</b>	<b>50,50</b>	<b>31,03</b>
<b>Industrial</b>	<b>7.030,79</b>	<b>784,58</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Trator	117,99		1,68	—
Implemento	301,16		4,28	—
Calcário	200,00		2,84	—
Herbicida	418,22		5,95	—
Fertilizante (NPK)	1.876,10		26,68	—
Fertilizante (ureia)	3.332,74		47,40	—
Energia elétrica	784,58	<b>784,58</b>	11,16	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>13.922,78</b>	<b>2.528,57</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Na figura 15 é possível observar eficiência energética, o balanço energético, a eficiência cultural e a energia cultural líquida através da estrutura de dispêndio energético do presente estudo.

**Figura 15** -Estrutura dos dispêndios por tipo, fonte e forma de energia no agroecossistema leiteiro dos sistemas 1 e 2 em MJ.ha<sup>-1</sup> (para cada operação), Torre de Pedra/SP ano 2012.



	SISTEMA 1	SISTEMA 2
“Entradas” Culturais (a)	13.922,78	2.528,57
“Saídas” Úteis (b)	9.163,29	7.115,82
Eficiência Energética (b/c*)	2,19	-
Energia Cultural Líquida (b-a)	- 4.759,49	4.587,25
Eficiência Cultural (b/a)	0,66	2,81
Balanco Energético (b-c)	4.985,46	7.115,82

Fonte: Dados de pesquisa de campo, ano base 2012.

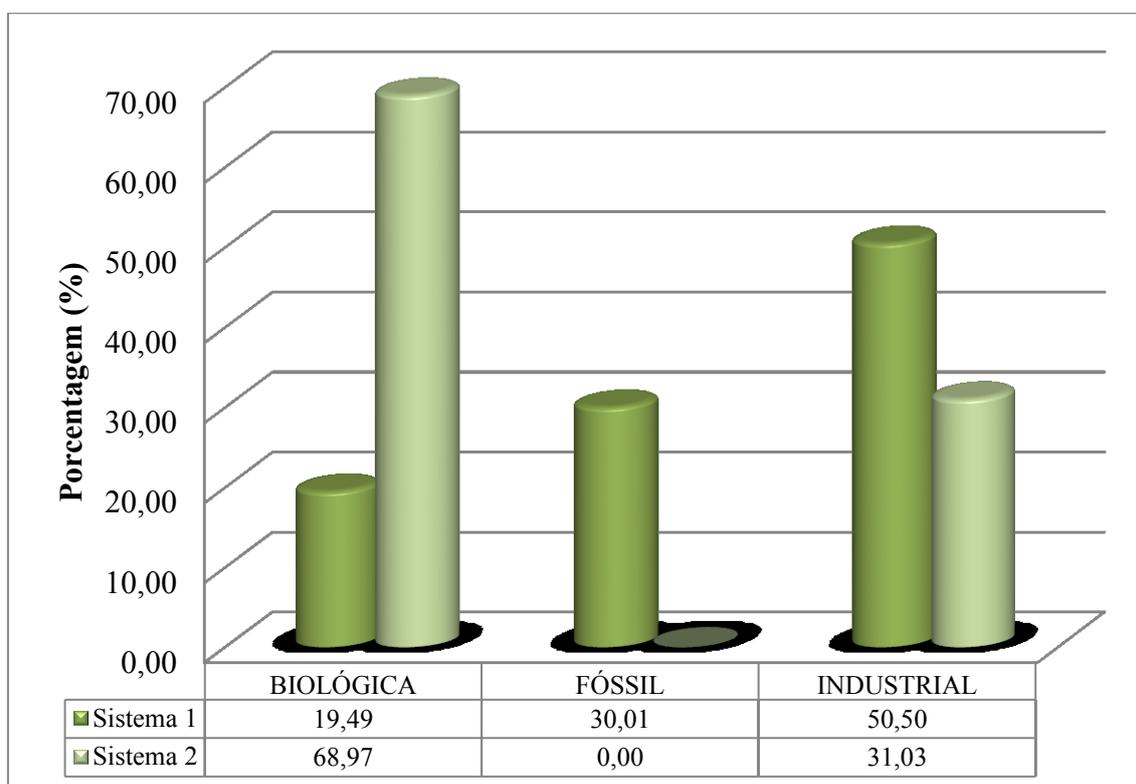
\* Energia não renovável (fóssil)

Em relação à participação das fontes no dispêndio energético tanto para o sistema de produção 1 como para o 2, não houve equilíbrio nas entradas (Figura 16). O sistema de produção 1 teve maior participação de fonte industrial com 50,50%, seguido de fonte fóssil com 30,01% e biológica com 19,49%.

A maior participação de fonte industrial deve-se ao uso de fertilizante, este que contribuiu de forma significativa também para a participação de fonte fóssil, chegando a 30% juntamente com o óleo diesel, graxa e lubrificante.

O sistema de produção 2 teve maior participação de fonte biológica com 68,97% e 31,03% para fonte industrial, sem participação de fonte fóssil. A participação de fonte biológica nesse sistema apresenta-se significativa porque o farelo de soja é rico em calorias, com participação de 95,87% enquanto que a mão-de-obra respondeu com apenas 1,89% (Tabela 20).

**Figura 16** - Participação, por hectare, das diversas fontes de energia no agroecossistema leiteiro dos sistemas 1 e 2.



Fonte: Dados da pesquisa de campo.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos e as discussões aqui apresentadas para o agroecossistema leiteiro de Torre de Pedra/SP, pode-se afirmar:

- a energia bruta do produto leite (saídas úteis) obtida para o sistema de produção 1 foi de 9.163,29 MJ.ha<sup>-1</sup> e para o sistema de produção 2 de 7.115,82 MJ.ha<sup>-1</sup>;
- as operações que compõem o itinerário técnico do sistema de produção 1 produziram uma eficiência cultural de 0,66, ou seja, para cada unidade calórica aplicada no sistema, foi produzida apenas 0,66 unidade calórica. Sendo assim, para produzir uma unidade energética de leite, é necessária em média, a entrada de 1,52 unidades energéticas no sistema para que o mesmo fosse mais sustentável energeticamente;
- as operações que compõem o itinerário técnico do sistema de produção 2 produziram uma eficiência cultural de 2,81, ou seja, para cada unidade calórica aplicada no sistema, foram produzidas 2,81 unidades calóricas. Dessa forma, para produzir uma unidade energética de leite, é necessária em média, a entrada de apenas 0,36 unidade energética no sistema. Do ponto

de vista energético esse sistema apresenta-se sustentável, pois demanda menor quantidade de unidade calórica aplicada para produzir leite;

- a energia cultural líquida, ligada à produtividade do sistema de produção 1, atingiu um déficit de  $-4.759,49 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ , ou seja, o sistema apresenta-se ineficiente do ponto de vista energético;

- a energia cultural líquida, ligada à produtividade do sistema de produção 2, atingiu um valor de  $4.587,25 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Sendo assim, o sistema apresenta-se eficiente do ponto de vista energético;

- verificou-se alta participação de energia direta de fonte biológica no sistema de produção 2 com 68,97% devido ao uso intenso do farelo de soja, alimento rico energeticamente;

- o sistema de produção 1 apresentou certo equilíbrio para a entrada de energia direta e indireta com 49,50% e 50,50% respectivamente, pois com a realocação dos 34,2% do total do coeficiente energético do fertilizante nitrogenado ureia para energia direta de fonte fóssil é possível analisar a dependência energética de derivados de petróleo, fonte não renovável de energia, do sistema com todas as formas participantes, sendo elas, direta e indireta;

Energeticamente, o sistema de produção 2, quando comparado com o 1, apresentou-se sustentável, pois a energia aplicada para a produção de leite é inferior à energia produzida, além da não utilização de fonte fóssil de energia.

Já o sistema de produção 1 apresentou-se altamente dependente de energia de fonte industrial e fóssil, tornando-o energeticamente não sustentável.

Sendo assim, o sistema de produção 1 apresentou valor inferior para o balanço energético de  $4.985,46 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$  comparado com o sistema de produção 2 de  $7.115,82 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Quando observado o itinerário técnico de cada sistema, nota-se uma diferença marcante com relação ao uso de fertilizantes, bem como, atividades mecanizadas com trator e implementos, presentes apenas no sistema de produção 1. Ambos os sistemas não aperfeiçoam a produção de pastagem, buscando assim formas alternativas para complementar a alimentação dos animais, principalmente no inverno, pois a disponibilidade de água e radiação solar é menor. Assim, é fornecido silagem de milho, cana picada e farelo de soja, alimentação suplementar que poderia ser utilizada em menor quantidade, minimizando a dependência energética provinda dessa alimentação.

Vale ressaltar que o efeito imediato da não utilização de fertilizantes minerais é a queda da produção das culturas vegetal e animal a níveis sustentáveis apenas pelo solo e pela relativamente pequena contribuição dos materiais orgânicos. As produtividades iriam cair progressivamente, à medida que as reservas do solo fossem utilizadas. Isso foi observado em ambos os sistemas, com pastos já degradados e sem adubação mineral, o que não supre a necessidade nutricional dos animais. Sendo assim, os produtores optam por utilizar alimentação complementar.

Na ausência de fertilizantes, é provável que os sistemas de produção e os métodos de manejo mudem, mas, apesar de todos os esforços, é certo que a estrutura atual e as produções agrícolas não poderiam ser mantidas, necessitando de alternativas para manter a produção.

Para os produtores do sistema de produção 1 obter maior produtividade por ano faz-se necessário, porém não há um acompanhamento regular por profissionais, para a realização de recomendações adequadas ao sistema, proporcionando rentabilidade ao produtor, bem como, minimizando o impacto ambiental provindo da atividade leiteira com alternativas mais sustentáveis ao produtor. Já os produtores do sistema de produção 2 não apresentam interesse em aperfeiçoar o sistema presente.

Para as demais atividades, os sistemas se equiparam, principalmente com relação ao manejo sanitário e ordenha que são exigidos pela Associação dos produtores do município. Em ambos os sistemas os produtores se preocupam em manter os animais livre de estresse para não comprometer a produção de leite diária.

Assim, torna-se necessária a busca por formas de produção sustentáveis do ponto de vista energético e capaz de suprir as necessidades atuais, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades futuras. É a alternativa que busca a sustentabilidade do sistema e não esgota os recursos naturais para o futuro, além de minimizar o impacto ambiental.

Para uma produção de leite sustentável, algumas alternativas no sistema de produção poderiam ser adotadas como:

- biodigestores: utilizar tecnologias simples, que possibilitem transformar os dejetos de animais em biofertilizantes para serem usados nas lavouras reduzindo assim o uso de fertilizantes químicos, bem como, na produção de biogás, muito útil como fonte de energia.

- biodiesel: é energia renovável; biodegradável e não tóxico; na sua forma natural pode ser armazenado em qualquer lugar onde o petróleo é armazenado, e pelo fato de ter maior ponto de fusão é ainda mais seguro o transporte; seu uso contribui para a diminuição do efeito estufa, proporcionando ganho ambiental para o planeta pela diminuição da poluição atmosférica; não requer modificação nos motores do ciclo diesel para eles funcionarem.

- pastagem: o manejo correto da área de pastagem otimiza a produção da forrageira com eficiência além de melhorar o desempenho e produção animal por hectare; melhora a distribuição estacional de forragem garantindo a persistência da pastagem.

- alimentação suplementar: quando necessário, usar ração concentrada com ingredientes que tenham maior digestibilidade para o animal, aproveitando melhor a energia nela contida. Optar por dietas com mais amido, pois produzem menos metano

por unidade de amido do que por unidade de carboidrato estrutural ou aumentar a proteína na dieta, pois esta reflete numa menor emissão de CH<sub>4</sub>.

## 8. CONCLUSÃO

Através do itinerário técnico dos sistemas de produção familiares de bovinos de leite presentes em Torre de Pedra/SP; foi possível a identificação de dois agroecossistemas leiteiros e a principal diferença entre eles é a não utilização de fonte fóssil de energia no sistema de produção 2.

A análise energética proposta possibilitou a visualização dos fluxos energéticos para ambos os sistemas, além de dimensionar o impacto ambiental que cada sistema pode causar na região, sendo esta uma Área de Proteção Ambiental.

Um sistema de produção de leite dependente de fonte externa, especificamente fóssil e industrial, o que o torna não sustentável do ponto de vista energético.

Dessa maneira, a prática de uma produção leiteira sustentável inserida em uma Área de Proteção Ambiental e com a importante presença de recursos hídricos superficiais, o Sistema Aquífero Guarani, pode de fato contribuir para a minimização dos impactos ao meio ambiente. Porém, ainda é evidente a dependência dos agroecossistemas leiteiros em energia externa não renovável, o que mostra a necessidade da realização de análise energética, um indicador de sustentabilidade, com o objetivo de estimar essa dependência aos produtores e assim reforçar a ideia de adoção de tecnologias sustentáveis com os recursos disponíveis para a produção de leite.

## 9 REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. Campinas: Unicamp, 1992. 275 p. (Estudos Rurais, 12).

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. São Paulo: Anpocs, 1998.

ADAM, M. C. M.; NORBERTO, N. **A cidade de torre de pedra**. Torre de Pedra: Governo Municipal Torre de Pedra, 2009. Disponível em: <<http://www.torredepedra.sp.gov.br/index.php/cidade/apresentacao>>. Acesso em: 27 out. 2013.

AINSWORTH, B.E. et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. **Medicine and Science in Sports and Exercise's**. Indianápolis - USA, v. 25, n. 1, p. 71-80, 1993.

ALMEIDA, J. Da ideologia do progresso à ideia de desenvolvimento rural sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. **Reconstruindo a agricultura**: ideias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 33-55, 1997.

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

ALTAFIN, I. Reflexões sobre o conceito de agricultura familiar. Brasília: Embrapa, 2005, 18 p. Disponível em: <<http://redeagroecologia.cnptia.embrapa.br/biblioteca/agricultura-familiar/CONCEITO%20DE%20AGRICULTURA%20FAM.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

AMARAL, E. M. Área de Proteção Ambiental Perímetro Botucatu. 2013. 1 álbum (12 fot.). color.; 17,5 x 13 cm. Disponível em: < <http://www.ambiente.sp.gov.br/apacorumbatai-botucatu-tejupa-perimetro-botucatu/galeria-de-fotos/>>. Acesso: 11 out. 2014.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP & Consultoria, 2006. 189 p.

ARAÚJO, L. M. et al. Acuífero Gigante del Mercosur en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay: mapas hidrogeológicos de las formaciones Botucatu, Piramboia, Rosario Del Sur, Buena Vista, Misiones y Tacuarembó. UFPR y Petrobras, Curitiba – PR, 16p. 1995.

APAS. Áreas de Proteção Ambiental do Estado de São Paulo. Áreas de Proteção Ambiental: Território de Planejamento e Gestão Participativa. APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá. Mapa de Localização. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/apas/cd/PDF\\_Mapas/CORUMBATAÍ\\_MAPA.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/apas/cd/PDF_Mapas/CORUMBATAÍ_MAPA.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2011.

ASABE. American Society of Agricultural Biological Engineers. ASAE D497.7Agricultural Machinery Management Data. 2011. Disponível em: < <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Agricultural%20Machinery%20Management%20ata%20-%20ASAE%20D497.7%20MAR2011.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

ASSENHEIMER, A.; CAMPOS, A. T.; GONÇALVES JÚNIOR, A. F. C. Análise energética de sistemas de produção de soja convencional e orgânica. **Ambiência**, Guarapuava, v. 5, n. 3, p. 443-455, 2009.

ASSIS, A. G.; BARBOSA, P. F.; SILVA, A. G. Modelagem de sistemas para tomada de decisão na pecuária leiteira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1999, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: XXXVI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p. 297-306. CD-ROM. Seção artigos.

ASSIS, R. L. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 10, n. 1, p. 75-89, 2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes 2000**. São Paulo, 2001. 152 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes 2012**. São Paulo, p. 105-111, 2012. 150 p.

BASSO, Z. F. C. **Análise energética da produção de leite bovino em explorações familiares na região de Botucatu-SP**. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

- BATALHA, A. **Gestão agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2001. 548 p.
- BATISTELA, E. M. **Agricultura familiar e desenvolvimento rural**: avaliação da implementação do PRONAF no município de São Jorge d'Oeste-PR. 2000. 213 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- BATTISTON, W. C. **Gado leiteiro**: manejo, alimentação e tratamento. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977.
- BEBER, J. A. C. **Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais**. 1989. 295 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1989.
- BEKHET, A. Energy use in agriculture sector: input-output analysis. **International Business Research**, Toronto, v. 3, n. 3, p. 111-121, July 2010. Disponível em: <<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ibr/article/viewFile/6509/5125>>. Acesso em 13 dez. 2013.
- BLAUW, H.; DEN HERTOOG, G.; KOESLAG, J. **Agrodok 14**: criação de gado leiteiro: obtendo mais leite através dum melhor manejo. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA, 2008.
- BONOMETO, R. P. et al. Análise energética do processo experimental de produção de biodiesel a partir de óleo de frango. **Revista Energia na Agricultura**. Botucatu, v. 25, n.4, p.130-140, 2010.
- BORGHETTI, N.; BORGHETTI, J. R.; ROSA, E. F. F. Aquífero Guarani: a verdadeira integração dos países do Mercosul. Curitiba: Imprensa Oficial, Brasil, 2004. 214p.
- BOVOLENTA, F. C.; et al. Análise energética na logística do transporte fluvial do etanol na Hidrovia Tietê-Paraná. In: 24 CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Engenharia Naval, 2012. Disponível em: <[http://www.ipen.org.br/downloads/sobena/transporte\\_fluvial/TF017.pdf](http://www.ipen.org.br/downloads/sobena/transporte_fluvial/TF017.pdf)>. Acesso em: 28 Mai. 2014.
- BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Elaboração de proposta de ação para estudos de desertificação no Nordeste envolvendo, treinamento de equipes, discussão dos aspectos conceituais e estabelecimento de metas**. Recife, 1986.
- BRASIL. Base legal para a criação da referida Unidade de Conservação: Decreto Estadual n. 20.960, de 08/06/1983; Deliberação CONSEMA nº 142 de 12/12/1986, Lei Estadual n. 7.438 de 06/07/1991 e Resolução SMA s/n de 11 de março de 1987. 1987. Também conhecida como “APA de Botucatu”. Disponível em: <<http://www.fflorestal.sp.gov.br/>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

BRASIL. Decreto Estadual nº 20.960, de 8 de junho de 1983, Deliberação CONSEMA nº 142 de 12/12/1986, Lei Estadual n. 7.438 de 06/07/1991 e Resolução SMA s/n de 11 de março de 1987 (1987).

BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000, que regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000. Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br/unidades-de-conservacao/apas/apas-area-de-protecao-ambiental-conceito/>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

BRASIL. Legislação brasileira, lei nº- 6.894/1980 - decreto nº- 4.954/2004, instrução normativa MAPA nº-05/2007. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo Departamento de Cooperativismo e Associativismo Rural. Como criar e administrar associações de produtores rurais. Manual de orientação. Brasília/DF. 2009. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Cooperativismo%20e%20Associativismo/Publica%C3%A7%C3%B5es%20e%20M%C3%ADdias/Manual\\_PRODUTORES.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Cooperativismo%20e%20Associativismo/Publica%C3%A7%C3%B5es%20e%20M%C3%ADdias/Manual_PRODUTORES.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional 2011: ano base 2010. Brasília: MME/EPE, 2011. 266p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Brasília, DF. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 11 out. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio. Brasil 2012/2013 a 2022/2023. Projeções de longo prazo.** Brasília, 2013. 96p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional 2013:** ano base 2012. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2013. 283 p.

BRUGNARO, R.; BACHA, C. J. C. Análise da participação da agropecuária no PIB do Brasil de 1986 a 2004. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.39, n. 1, p. 127-159, 2009.

BUCUSSI, A. A. Introdução ao conceito de energia. **Textos de apoio ao professor de física**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 32, 2006.

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

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

BUENO, O. C.; ROMERO, M. G. C. Participação da energia fóssil no agroecossistema algodão em explorações agrícolas familiares. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA NO MEIO RURAL, 6., 2006. **Proceedings...** Campinas: [s.n.], 2006. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000200023&script=sci\\_arttext](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000200023&script=sci_arttext)>. Acesso em: 25 nov. 2013.

CABRAL, L. S. et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 2406-2412, 2006.

CAMPOS, A. T. et al. Eficiência energética na produção de silagem de milho. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35. 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 293-295.

CAMPOS, A. T. et al. Balanço energético na produção de silagem de milho em cultivos de verão e inverno com irrigação. In: AVANCES EN INGENIERÍA AGRÍCOLA, 2000, Buenos Aires, **Anais...** Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, 2000. p. 483-488.

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

CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T. de. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1977-85, nov-dez, 2004.

CAMPOS, A. T. et al. Análise energética da produção de soja em sistema plantio direto. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 02, n. 02, p.38 - 44, maio/ago. 2009.

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.

CARVALHO, A.; GONÇALVES, G. G.; RIBEIRO, J. J. C. **Necessidades energéticas de trabalhadores rurais e agricultores na sub-região vitícola de “Torres”**. Oeiras: Instituto Gulbenkian de Ciência, 1974. 79p.

CARVALHO, L. A et al. **Importância Econômica**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. (Sistema de Produção, 2). Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/importancia.html>>. Acesso em: 17 set. 2006.

CARVALHO, L. A. et al. **Importância econômica**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite 2008. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/importancia.html>>. Acesso em: 17 mai. 2008.

CASTANHO FILHO, E. P.; CHABARIBERY, D. **Perfil energético da agricultura paulista**. São Paulo: IEA, 1982. 55 p. (Relatório de pesquisa, 9).

CATI. COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. Organização Rural. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Governo do Estado de São Paulo. **Casa da Agricultura**, São Paulo, 2011, Jan./fev./mar. Ano 14 n. 1, 6-42. Disponível em: <[http://www.asbraer.org.br/arquivos/bibl/55-ca-organizacao\\_rural.pdf](http://www.asbraer.org.br/arquivos/bibl/55-ca-organizacao_rural.pdf)>. Acesso em: 24 nov. 2014.

CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada** – Desenvolvimento metodológico e cálculo do PIB das cadeias produtivas do algodão, cana-de-açúcar, soja, pecuária de corte e leite no Brasil. Piracicaba, São Paulo, 2011, p. 1-19.

CERVI, R. G. **Avaliação econômica do aproveitamento do biogás e biofertilizante produzido por biodigestão anaeróbia**: estudo de Caso em Unidade biointegrada. Botucatu/SP. 2009. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

CERVINKA, V. Fuel and energy efficiency. In: PIMENTEL, D. (Ed.), **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p. 15-22.

CHAMPAGNE, P. Elargissement de l'espace social ET crise de l'identité paysanne. **Cahiers d'Economie ET Sociologie Rurales**, Paris. , n. 3. p. 73-89, Dec. 1986.

CHURCH, D. C. **Digestive physiology and nutritioun of ruminants**. 2. ed. Oregon: O & Books, 1980. 416 p.

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

CONAB. Custos de Produção Agrícola: A metodologia da CONAB. Brasília 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/0086a569bafb14cebf87bd111936e115..pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

CORONA, H. M. P.; POSSAMAI, E. Agroindústrias familiares de leite: uma estratégia de desenvolvimento da agricultura familiar da microrregião de Pato Branco/PR. **Cadernos de Economia**, Chapecó, v. 7, n. 12, p. 7-38, 2003.

COSTA, R. E. et al. Balanço energético preliminar da produção do biodiesel do óleo de palma para as condições do Brasil e da Colômbia. IN: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUIÇÃO E ENERGIA NO MEIO

RURAL, 6., 2006, Campinas. **Anais...** Campinas: [s.n.], 2006. Disponível em: <<http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/026.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2011.

COSTA, Z. F. **Eficiência energética e econômica da produção de leite bovino em explorações familiares no município de Pardinho, região de Botucatu-SP.** Botucatu, 2009. 132p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) – Universidade Estadual Paulista (UNESP).

COSTA, Z. F.; BUENO, O. C. Análise das eficiências energética e econômica de dois diferentes sistemas de produção de leite bovino em explorações familiares. **Revista Energia na Agricultura.** Botucatu, v. 26, n.1, p. 126-140, 2011.

CORONA, H. M. P.; POSSAMAI, E. Agroindústrias familiares de leite: uma estratégia de desenvolvimento da agricultura familiar da microrregião de Pato Branco/PR. **Cadernos de Economia,** Chapecó, v. 7, n. 12, p. 7-38, 2003.

COSTA, A. A. A.; RIBEIRO, T. C. A. O associativismo no meio rural brasileiro: contradições e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37., 1999, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: [s.n.], 1999.

COSTA, R. E.; LORA, E. E. S.; YÃNEZ, E.; TORRES, E. A. **Balço energético preliminar da produção do biodiesel de óleo de palma para as condições do Brasil e da Colômbia. Encontro de Energia no Meio Rural.** In: 6º Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural, 6., 2006, Campinas. **Anais ...** Campinas: AGRENER GD, 2006.

COSTA, Z. F. **Eficiência Energética e econômica da produção de leite bovino em explorações familiares no município de Pardinho, região de Botucatu-Sp.** 2007. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

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

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R. Possibilidades e alternativas do desenvolvimento rural sustentável. In: VELA, H. (Org.). **Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável no mercosul.** Santa Maria: Editora da UFSM/Pallotti, 2003. p. 157-194.

COX, G. W.; HARTKINS, M. D. Energy costs of agriculture. In: \_\_\_\_\_. **Agricultural Ecology.** [S.l.]: W.H.Freeman & Co, 1979. p. 597-629.

DAIRYCO. Market Information. World Milk Production. 2014. Disponível em: <<http://www.dairyco.org.uk/market-information/supply-production/milk-production/world-milk-production/#.VDmPjvnF9ty>>. Acesso em: 11 out. 2014.

DEMINICIS, R. B.; DEMINICIS, B. B. De que agricultura familiar estamos falando? **Revista Científica Internacional**, v. 2, n. 8, 2009. Disponível em: <<http://www.interscienceplace.org/interscienceplace/article/view/86/90>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

DENARTI, R. A.. Agricultura familiar e políticas públicas: alguns dilemas e desafios para o desenvolvimento rural sustentável. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 56-62, 2001.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 24, p. 97-138, 2006. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2404.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2404.pdf)>. Acesso em: 16 dez. 2013.

DOERING III, O. C.; PEART, R. N. **Accounting for tillage equipment and other machinery in agricultural energy analysis**. Indiana: Purdue University, 1977. 128 p.

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

DRASZEVSKI JUNIOR., A. M.; REZENDE, M. L. G. **Girolando: uma raça genuinamente brasileira com vocação para o sucesso**. Gestão no campo. Disponível em: <<http://www.gestaonocampo.com.br/biblioteca/girolando-uma-raca-genuinamente-brasileira-com-vocacao-para-o-sucesso-2/>>. Acesso em: 27 out. 2013.

DUFUMIER, M. Les projets de développement agricole - manuel d'expertise, Paris: CTA-Karthala, 1996.

EMBRAPA. **Alimentação do rebanho**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. (Sistema de Produção, 4). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteSudeste/alimentacao.html>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

EMBRAPA. Sistemas de produção de leite no Brasil. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite 2005. (Circular Técnica, 85). Disponível em: <<http://www.cnpgl.embrapa.br/nova/publicacoes/circular/CT85.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2013.

EMBRAPA. Produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade animal no Brasil – 1980/ 2010. 2012. Disponível em: <<http://www.cnpgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0230.php>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Fonte: Adaptado FAO, 2013. Panorama do Leite – EMBRAPA Gado de Leite, Boletim eletrônico mensal, Juiz de Fora, Ano 6, n. 75, fev., 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço energético nacional 2010: ano base 2009**. Rio de Janeiro, 2010. 276 p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço energético nacional 2013: ano base 2012**. Rio de Janeiro, 2013. 283 p.

ESENGUN, K. et al. An economic analysis and energy use in stake-tomato production in Tokat province of Turkey. **Renewable Energy**, Nova York, v. 32, n. 11, p. 1873-1881, 2007.

KARKACIER, O.; GOKTOLGA, G. Input-output analysis of energy use in agriculture, **Energy Conversion and Management**, Londres, v. 46, n. , p.1513-1521, 2005.

FAO. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación**. Roma: FAO, 1976. 158 p.

FAO. **Energia para la agricultura mundial**. Roma : FAO, 1980. Parte I: Recursos energéticos mundiales: p. 1-42. Colección FAO: Agricultura, 7.

FAO. **Public policies, transaction costs and access to commodity chain markets: Brazil: milk and orange cases**. Mimeo, 2004.

FAO/FAOSTAT. **Produção mundial de leite - 2000-2010**. 2012

FELIPE JUNIOR, G. Considerações sobre a evolução da indústria de fertilizantes nitrogenados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1., 1984, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984. p. 21-71.

FERRARI, D. L. et al. Agricultores familiares, exclusão e desafios para inserção econômica na produção de leite em santa Catarina. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 22-36, jan. 2005.

FERRI, F. **A estrutura e a estratégia concorrencial da indústria de fertilizantes no Brasil**. 2010. 71f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FLORENCE, E. C. **Workshop mercado de fertilizantes e o futuro do agronegócio: suprimento e demanda de fertilizantes no Brasil e no mundo** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <aamjunior@fca.unesp.br>; <ra\_mendes@uol.com.br>; <prof.antoniomendes@yahoo.com.br>; <carol@yahoo.com.br> em 14 out. 2010.

FRANZLUEBBERS, A. J.; FRANCIS, C. A. Energy Output-Input Ratio of Maize And Sorghum Management Systems in Eastern Nebraska, **Agriculture Ecosystem Environment**, Amsterdam, v. 53, n. 3, p. 271-278, 1995.

FREIXIAL, R. M. C.; BARROS, J. F. C. **Forragens**: texto de apoio para as unidades curriculares de sistemas e tecnologias agropecuários, noções básicas de agricultura e tecnologia do solo e das culturas. Évora: Universidade de Évora, 2012. Disponível em: <<http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/5106/1/Sebenta%20forragens.pdf>>. Acesso em: 6 dez. 2013.

FULLER, A. From Part-time to Pluriactivity: a decade of Change in Rural Europe. **Journal of Rural Studies**, Great Britain, v. 6, n. 4, p. 361-373, 1990.

GANANÇA, A. C. **Associativismo no Brasil**: características e limites para a construção de uma nova institucionalidade democrática participativa. 2006. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Política)-Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

GARCIA FILHO, D. P. **Guia metodológico**: diagnóstico de sistemas agrários. Brasília: Incra, 1999.

GARRETT, W. N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 51, n. 6, p. 1434-1440, 1980.

GAZZONI, D. L. et al. Balanço energético das culturas de soja e girassol para produção de biodiesel. **Biomassa & Energia, Cidade**, v. 2, n. 4, p. 259-265, 2005.

GAZZONI, D. L. et al. Balanço energético da cultura da canola para a produção de biodiesel. **Espaço Energia**, Curitiba, v. 11, n. 11, p. 24-28, 2009. Disponível em: <<http://www.espacoenergia.com.br/edicoes/11/EE011-04.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2013.

GOMES, I. P. O. **Uso de concentrados para vacas leiteiras**. 2002. Disponível em: <<http://paginas.cav.udesc.br/a2ipog/apostilas,textos,artigos%20-%20nutII/N.A.2-Usodeconcentradosparavacastleiteiras.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ-Editora, 2009. 576 p.

GUIMARÃES, T. P. et al. Conceitos e exigências de energia para bovinos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 18 n. 1-4, p. 54-67, jan-mar, 2012.

GUIVANT, J. Heterogeneidade de conhecimentos no desenvolvimento rural sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 14, n. 3, p. 411-446, 1997.

GUILHOTO, J. J. M. et al. **A importância da agricultura familiar no Brasil e em seus Estados**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 35., 2007, Recife. **Anais...** Recife: ANPEC, 2007. Disponível em: <[http://www.fea.usp.br/feaecon//media/livros/file\\_459.pdf](http://www.fea.usp.br/feaecon//media/livros/file_459.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2011.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRRGS, 2005. 653 p.

HART, R. D. Una metodología para analizar sistemas agrícolas en términos energéticos. In: HART, R. D., JIMÉNEZ, T., SERPA R. **Análisis energético de sistemas agrícolas**. Turrialba: UCR/CATIE, 1980. p. 3-14.

HEICHEL, G. H. **Comparative efficiency to energy use in crop production**. New Haven: The Connecticut Agricultural Experiment Station, 1973. 26 p. (Bulletin, 739).

HEIDARI, M. D; OMID, M. Energy use patterns and econometric models of major greenhouse vegetable productions in Iran. **Energy**. London, v.36, p.220-225, 2011.

HELSEL, Z. R.; FLUCK, R. C. Energy and alternatives for fertilizer and pesticide. **Energy in world agriculture**, Amsterdam, v. 6, p. 177-210, 1992.

HESLES, J. B. S. **Objetivos e princípios da análise energética, análise de processos industriais, análise energética: métodos e convenções**. Rio de Janeiro: Preprint AIE-COPPE/UFRJ, 1981. 137p.

HIERREZUELO, J. M.; MOLINA, E. G. Una propuesta para la introducción del concepto de energía em el bachillerato. **Enseñaza de las Ciencias**, Barcelona, v. 8, n. 1, p. 23-30, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário de 2006: agricultura familiar, primeiros resultados**, Brasil, grandes regiões e unidades de federação. Rio de Janeiro, 2006. 267 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção pecuária**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/servidor\\_arquivos\\_est/](http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/)>. Acesso em: 06 out. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Efetivo dos Rebanhos. Variação anual, segundo as categorias** – Brasil-1980-2009. IBGE, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de recuperação de informações** – SIDRA. Homepage IBGE, Brasília, Rio de Janeiro 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=74&z=p&o=26>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal 2012**. Brasil, v. 40, p. 1-71. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Producao\\_da\\_Pecuaria\\_Municipal/2012/tabelas\\_pdf/tab23.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2012/tabelas_pdf/tab23.pdf)>. Acesso em: 17 Mar. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=355465&search=sao-paulo%7Ctorre-de-pedra>>. Acesso em: 17 Jul. 2014.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Anuário IEA 2004. **Série Informações estatísticas da agricultura**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 24-52.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA (2006) Série informações estatísticas da agricultura. Anuário IEA 2005. Série técnica APTA. 1 ed. São Paulo, v. 17, n. 1, p. 01-26.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA (2009). Série Informações estatísticas da Agricultura, 2009, p. 35-37 Disponível em:  
<<http://www.iea.sp.gov.br/out/anuario.php>>. Acesso em: 07 jun. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Sistema internacional de unidades**. 8. ed. Rio de Janeiro, 2003. 116 p.

JUNQUEIRA, A. A. B.; CRISCUOLO, P. D.; PINO, F. **O uso da energia na agricultura paulista**. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 1981. 58 p (Relatório de pesquisa, 13/81).

KARKACIER, O.; GOKTOLGA G. Z. 2005. Input-output analysis of energy use in agriculture. **Energy Conversion and Management**. London, v. 46 n. (9-10), p. 1513-1521, 2005.

KIRCHOF, B. Alimentação da vaca leiteira. Gaíba: Portal Atividade Rural, 1997. Disponível em: <<http://www.atividaderural.com.br/artigos/4e9c1745169a8.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2013.

KLEINSCHMITT, S. C. **Material didático com uso exclusivo em sala de aula**: apostila de metodologia da pesquisa científica. Toledo: Faculdade Sul Brasil, 2011. Disponível em:  
<[http://www.fasul.edu.br/pasta\\_professor/arquivos/7/9197\\_apostila\\_i.pdf](http://www.fasul.edu.br/pasta_professor/arquivos/7/9197_apostila_i.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2013.

KUNZLER, M. T. **As estratégias competitivas e colaborativas e os resultados individuais e coletivos no associativismo rural em Quatro Pontes – PR**. 2009. 209 f. Dissertação (Mestrado em Administração do Setor de Ciências Sociais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

LAMARCHE, H. (Coord.) **A agricultura familiar: comparação internacional - uma realidade multiforme**. Campinas: Ed. UNICAMP, 1993, 336 p.

LEACH, G. **Energy and food production**. London: International Institute for Environment and Development, 1976. 192 p.

LEDIC, I. L. **Manual de bovinocultura leiteira: alimentos: produção e fornecimento**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2002.

LOCKERETZ, W. Energy inputs for nitrogen, phosphorus and potash fertilizers. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press Inc., 1980. p. 23-26.

- LOPES, A. **Micronutrientes**: filosofias de aplicação e eficiência agrônômica. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 1999. Disponível em: <<http://www.dpv24.iciag.ufu.br/new/dpv24/Apostilas/Texto%20-%20Livro%20ANDA%2003.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2013.
- LOPES, A.S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 1-64.
- LUCCI, C. S. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. São Paulo: Editora Manole, 1997.
- MACEDO, I. C.; NOGUEIRA, L. A. H. **Biocombustíveis**. 1. ed. Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2005. v. 1. 233 p.
- MACEDÔNIO, A.C.; PICCHIONI, S.A. **Metodologia para o cálculo do consumo de energia fóssil no processo de produção agropecuária**. Curitiba: Secretaria de Estado da Agricultura, 1985. V.1, 95p.
- MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 9. ed. São Paulo: Roca, 1998. 1.179 p.
- MAKHJANI, A.; POOLE, A. **Energy and agriculture in the third world**: a report to the Energy Policy Project of the Ford Foundation. Cambridge: Ballinger, 1975. 168 p.
- MALASSIS, L. **Économie Agro-alimentaire 1**: économie de la consommation et de la production agro-alimentaire. Paris: Ed. Cujas, 1973. 437 p.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4. ed. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres, 1979. 256 p.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.
- MANDAL, K. G. et al. Bioenergy and economic analysis of soybean based crop production systems in central India. **Biomass & Bioenergy**; Oxford, v.23, n. 5, p. 337-345. 2002.
- MANTOAM, E. J. **Incorporação de energia na vida útil de uma colhedora autopropelida de cana-de-açúcar**. 2011. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.
- MARTINS, C. E. et al. **Adubação de manutenção**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, [20--]. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01\\_367\\_217200392416.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_367_217200392416.html)>. Acesso em: 25 out. 2013.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. São Paulo: Atlas, 2000.

MATOS, L. M. Estratégias para redução do custo de produção de leite e garantia de sustentabilidade da atividade leiteira. In: Anais do Simpósio sobre a Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil; 2002, Maringá. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; 2002. p. 56-183.

MARQUESIN JUNIOR, N. Estudo de eficiência energética em uma planta industrial. 2011. Projeto de formação (Graduação em Engenharia Elétrica) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MATTOSINHO, C. M. S.; FREIRE, P. P.; CARVALHO, M. C. V. O. Empreendedorismo no âmbito das associações rurais de incentivo governamental. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/1030.pdf>> Acesso em: 27 nov. 2013.

MELLO, R. **Análise energética de agroecossistemas:** o caso de Santa Catarina. 1986. 13 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)-Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1986.

MELLO, N. T. C. Matrizes de coeficientes técnicos de utilização de fatores na produção de culturas anuais no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 47-105, maio 2000.

MENDES JÚNIOR. **Participação da energia fóssil na produção dos fertilizantes industriais nitrogenados com ênfase na ureia.** 2011. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2011.

MENEGHETTI, G. A. **Desenvolvimento, sustentabilidade e agricultura familiar.** [199-]. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/br/arquivos/servicos/biblioteca/digital/art18.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2011.

MICHINEL, J. L. M.; D'ALESSANDRO, A. M. El concepto de energía en los libros de textos: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 3, p. 369-380, nov. 1994.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balço energético nacional.** Brasília, DF, 2004. 168 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Como criar e administrar associações de produtores rurais manual de orientação. Brasília, DF, 2009. 155 p. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Cooperativismo%20e%20Associativismo/Publica%C3%A7%C3%B5es%20e%20M%C3%ADdias/Manual\\_PRODUTORES.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Cooperativismo%20e%20Associativismo/Publica%C3%A7%C3%B5es%20e%20M%C3%ADdias/Manual_PRODUTORES.pdf)>. Acesso em: 27 nov. 2013.

MOBTAKER, H. G. et al. Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 137, n. 3-4, p. 367–372. 2010.

MOREIRA, C. R. et al. Avaliação energética do cultivo de eucalipto, com e sem composto de lixo urbano. *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 1-19, 2005.

MÜLLER, A. L. **A construção das políticas públicas para a agricultura familiar no Brasil: O caso do programa de aquisição de alimentos**. 2007. 128 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

NAVARRO, Z. Desenvolvimento rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 15, n. 43, 2001.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. D.; SEIXAS, F. Análise energética de dois sistemas mecanizados na colheita de eucalipto. **Scientia Florestalis**, v.70, p.49-57, 2006.

ORTEGA, E. A análise ecossistêmica e energética de projetos agrícolas e o Desenvolvimento Sustentável. 1999. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/agroecol/emergia.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2013.

OZKAN, B.; KURKLU, A.; AKCAOZ, H. An input and output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. *Biomass Bioenergy* 2004; 26:189 - 95.

PACIULLO, D. S. C.; HEINEMANN, A. B.; MACEDO, R. O. Sistemas de produção de leite baseados no uso de pastagens. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Goiás, v. 1, n. 1, p. 88-106, ago. 2005.

PALMA, L.; ADAMS, R. I. Compatibilidade entre eficiência econômica e eficiência energética numa propriedade rural. In: NETTO, A. G.; ELMAR, R. (Org.). **Experiência brasileira de pesquisa econômica em energia para o setor rural**. Brasília, DF: Embrapa, 1984. p. 55-64.

PANORAMA AMBIENTAL. **Gestores se preparam para APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá**. São Paulo (SP) – Brasil, Junho de 2004. Disponível em: <<http://www.pick-upau.org.br/panorama/2004/07.06.2004/gestores.htm>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

PEIXOTO, A. M.; MOURA, S. C.; FARIA, V.P. **Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 144 p.

PELLIZZI, G. Use of energy and labour in Italian agriculture. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 52, n. 2, p. 111-119, 1992.

PIMENTEL, D. et al. Food production and the energy crises. *Science*, N.Y. (USA), v.182, p.443-449, 1973.

PIMENTEL, D. Energy inputs for the production formulation, packaging and transport of various pesticides. In: \_\_\_\_\_. **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: Boca Raton, 1980a. 475 p.

PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: Boca Raton, 1980b. 475p.

PIMENTEL, D.; PATZEK, T. W. Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; biodiesel production using soybean and sunflower. **Natural Resources Research**, Paris, v. 14. n. 1, p. 65-76. 2005.

PINTO, M. S. V. **Análise econômica e energética de sistema agroflorestal para implantação na terra indígena Araribá - município de Avaí - SP**. 2002. 136 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

PIRES, M. L. L. e S. A (re)significação da extensão rural. O cooperativismo em debate. In: LIMA, J. R. T. (Org.). **Extensão rural e desenvolvimento sustentável**. Recife: Bagaço, 2003.

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

PROCHNOW, L. I. Alguns princípios da economia de fertilizantes. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 123, p. 1, set. 2008. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/C408A1C43B26F6C683257A90005EB48D/\\$FILE/Page1-123.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/C408A1C43B26F6C683257A90005EB48D/$FILE/Page1-123.pdf)>. Acesso em: 05 jul. 2014.

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.

RAMOS, M. C. **Sustentabilidade na produção de leite – Interferência dos processos produtivos no balanço energético e econômico em sistema intensivo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Construções, Ambiente e Tratamento de resíduos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

RATHKE, G.W. et al. Tillage and rotation effect on corn–soybean energy balances in eastern Nebraska. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, n. 97 ,p.60–70, 2007.

RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; FERNANDES, M. H. M. R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Gráfica, 2006. cap. 11, p. 311- 332.

RIBEIRO, W. C. Aquífero Guarani: gestão compartilhada e soberania. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 22, n. 64. p. 227-238, 2008.

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

ROCHA, G. A. O grande manancial do Cone Sul. *Estudos Avançados*, v.11, n.30, pp.191 - 212. 1997.

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

ROSANOVA, C.; RIBEIRO, D. C. Caracterização sócio-econômica dos produtores de leite da agricultura Familiar e análise da informalidade no município de Palmas/TO. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO DO IFTO, 1., 2010, Palmas. **Anais...** Palmas: [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.ifto.edu.br/jornadacientifica/wp-content/uploads/2010/12/09-CARACTERIZA%C3%87%C3%83O-S.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2012.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141 p.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia da UFV, 2005. 186 p.

ROUSELL, J.; et al. whole canola as a fuel source. **Ontario Alternative Renewable Fuels Research and Development Fund Final Report (OMAFRA)**; 2007.

SALLA, D. A.;CABELLO, C. Análise energética de sistemas de produção de etanol de mandioca, cana-de-açúcar e milho. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, n. 2, p. 32-53, 2010.

SANTOS, T. M. B.; LUCAS JÚNIOR, J. Balanço energético em galpão de frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n.1, p. 25-36, 2004.

SANTOS, H. P. et al. Efeito de práticas culturais na conversão E no balanço energéticos. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.299-306, 2007.

SARTORI, M. M. P. **Métodos matemáticos para a determinação de consumo de energia e de custos de produção da cultura de cana-de-açúcar (Saccharum spp.)**. 1996. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

SCHIFFLER, E. A. et al. Efeito da escala de produção nos resultados econômicos da produção de leite B no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 425-431, 1999.

SCHMITT, C. J. **Sociedade, natureza e desenvolvimento sustentável: uma abordagem preliminar**. Porto Alegre: PPGS/UFRGS, 1995.

SCHNEIDER, S. et al. Pluriatividade e as condições de vida dos agricultores familiares do Rio Grande do Sul. In: SCHNEIDER, S (Org.). **A diversidade da agricultura familiar**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. p. 137-165.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, FUNDAÇÃO FLORESTAL. Unidades de conservação APAS – Área de Proteção Ambiental – Conceito (2000). . Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/a-secretaria/instituicoes/fundacao-florestal/>>. Acesso em 15 fev. 2013.

SHRESTHA, D.S. Energy Use Efficiency Indicator for Agriculture,1998. Disponível em: <<http://www.usaskca/agriculture/caedac/PDF/mcrae>>. Acesso em: 04 abr. 2014.

SERRA, G. E. et al. **Avaliação da energia investida na fase agrícola de algumas culturas**. Brasília, DF: Secretaria de Tecnologia Industrial, Ministério da Indústria e Comércio, 1979. 86 p.

SILVA, V. et al. **Indicadores de eficiência da pequena produção leiteira na região de Bauru**. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 2003. 9 p.

SILVA, M. C.; BUENO, O. C.; RIBAS, L. C. Redução da poluição de águas subterrâneas em área de proteção ambiental: uma análise energética da pecuária leiteira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS, 19 p., 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: [s.n.], 2011.

SILVA, M. C.; RIBAS, L. C.; TOMCHINSKY, B. Agricultura modelo: capacitação de jovens habitantes da zona rural da APA de Botucatu em agricultura sustentável. In: VII FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, n.3 , 2012, Tupã. **Anais...** Tupã: [s.n.], 2012.

SILVA, J. G.; SERRA, G. E. Energy balance for ethyl alcohol production from crops. **Science**, Washington, DC, v. 201, n. 4358, p. 903-906, Sept. 1978.

SILVEIRA, J. T. **Análise energética da produção de leite bovino na fazenda experimental professor Hamilton de Abreu Navarro – ICA/UFMG, em Montes Claros**. 2010. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)-Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2010.

SINGH, M. K. et al. Energy input-output relationship of cropping systems. **Journal of Agriculture Science**, Belgrade, v. 67, n. 6, p. 262-266, 1997.

SOARES et al. Eficiência energética comparada das culturas do girassol e soja, com aptidão para produção de biodiesel no Brasil. Seropédica: EMBRAPA Agroecologia, 2008. p. 6. (EMBRAPA Agroecologia. Circular Técnica, 25).

SOUZA, C. V. et al. Análise energética em sistema de produção de suínos com aproveitamento dos dejetos como biofertilizante em pastagem. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 547-557, 2009.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F. Agrotóxicos no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 1998. Disponível em <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura\\_e\\_meio\\_ambiente/arvore/CO NTAG01\\_40\\_210200792814.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CO NTAG01_40_210200792814.html)>. Acesso em: 16 dez. 2013.

STOCK, L. A.; CARNEIRO, A. V.; CARVALHO, G. R.; ZOCCAL, R.; MARTINS, P. C.; YAMAGUCHI, L. C. T. Sistemas de produção e sua representatividade na produção de leite no Brasil. In: Reunião da Associação Latino-americana de produção Animal, ALPA, 20, 2007, Cuzco, Peru.

TOMM, G. O. **Canola**: aspectos fundamentais para o sucesso da cultura. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 4 p.

UHLIN, H. E. Why energy productivity is increasing: an i-o analysis of swedish agriculture. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v. 56, n. 4, p. 443-465, 1998.

ULBANERE, R. C. **Análise dos balanços energéticos e econômicos relativa à produção e perdas de grãos de milho no Estado de São Paulo**. 1988. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.

UNAKITAN, G.; HURMA, H.; YILMAZ, F. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. **Energy**, London, v. 35, n. 9, p. 3623-3627, 2010.

URQUIAGA, A.; RODRIGUES ALVES, B. J.; BOODEY, R. M. Produção de biocombustíveis: a questão do balanço energético. **Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 14, n. 1, p. 42-46, 2005.

VALCESCHINI, E. Le développement: histoire d'une idée. In: AUTOR. **Cahiers Du CNEEJA, Agriculteurs en question**: modèles de développement, changement social, syndicalisme agricole. [S.I.]: [s.n.], 1985.

VALE, D. W.; SOUZA, J. I.; PRADO, R. M. **Manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Jaboticabal: FCAV, 2010. 425 p.

VENTURA, D. **Monografia jurídica**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2002.

VIEIRA, M. C. A. Setor sucroalcooleiro: Evolução e Perspectivas. 2009. 245 f. Gerente do Departamento de Agroindústria (DEAGRO). Rio de Janeiro, 2009. 2005. 89 f.

VILELA, L. et al. **Calagem e adubação para pastagens na região do Cerrado**. Planaltina (DF): EMBRAPA-CPAC, 1998 (Circular Técnica).

WANDERLEY, M. N. B. Raízes Históricas do Campesinato Brasileiro. In: TEDESCO, J. C. (Org.). **Agricultura Familiar: Realidades e Perspectivas**. 2a. ed. Passo Fundo: EDIUPF, 1996. Cap. 1, p. 21-55.

WANDERLEY, M. N. B. A emergência de uma nova ruralidade nas sociedades modernas avançadas – o “rural” como espaço singular e ator coletivo. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 2000, p. 87-145. Disponível em: <<http://r1.ufrj.br/esa/V2/ojs/index.php/esa/article/view/178/174>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

WILSON, M. **A energia**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1968. 200p.

YALDIZ, O.; OZTURK, H. H.; ZEREN, Y.; BASCETINCELİK, A. Energy use in the production of the field crops in Turkey. In: *PROCEEDINGS OF THE 5TH INTERNATIONAL CONGRESS ON MECHANIZATION AND ENERGY IN AGRICULTURE*, 1993, Kusadasi. **Anais ...** Kusadasi, Turkey: 527-536, 1993.

YILMAZ, I.; AKCAOZ, H.; OZKAN, B. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. **Renewable Energy**, Nova York, v. 30, p.145-55, 2005.

ZANGENEH, M.; OMID, M.; AKRAM, A. A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamad an province of Iran. **Energy**, v. 35, n. 7p. 2927-2933, 2010.

ZANINI, A. et al. Análise do consumo de energia na produção de silagem de milho em plantio direto. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 249-253, 2003.

ZOCCAL, R. et al. Produção de Leite na Agricultura Familiar. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL*, 12., 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SOBER, 2004. (CD-ROM)

ZOCCAL, R. et al. **Distribuição espacial da pecuária leiteira no Brasil**. In: *REUNION LATINO AMERICANA DE PRODUCCION ANIMAL (ALPA)*, 20, Cuzco, Peru, 2007. **Anais...** Cuzco, Peru, ALPA.

ZOCCAL, R.; ALVES, E. R.; GASQUES, J. G. Estudo preliminar. Contribuição para o Plano Pecuário 2012. Diagnóstico da Pecuária de Leite nacional. 2011. Disponível em: <[http://www.cnpgl.embrapa.br/nova/Plano\\_Pecuario\\_2012.pdf](http://www.cnpgl.embrapa.br/nova/Plano_Pecuario_2012.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2014.

ZOCCAL, R. **Ranking da produção de leite por estado, 2010/2011**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0240.php>>. Acesso em: 27 nov. 2012.

## **APÉNDICE 1**

### **Questionário semi-estruturado 1**

a) Para classificar o sistema de produção como agricultura familiar, temos vários quesitos que são levados em consideração, como:

- i) Quem são as pessoas que trabalham na propriedade?
  - ii) A tomada de decisão para todas as atividades relacionadas ao sistema de produção de leite é realizada pelos proprietários?
  - iii) A renda familiar é 100% provinda da atividade leiteira? Se não, qual a porcentagem é provinda da outra atividade em questão?
- b) Como é realizado o sistema de produção leiteira na propriedade, até chegar ao produto final?

### **Questionário semi-estruturado 2**

#### **Parte 1 – Identificação das operações do Itinerário Técnico**

- a) O produtor tem alguma fonte de renda alternativa? A produção de leite é a principal atividade na propriedade?
- b) Qual raça está presente na propriedade?
- c) O produtor realiza descarte de vacas velhas e bezerros machos para o abate?
- d) Possui na propriedade cocho coberto para o fornecimento de forragem, estábulo de ordenha e brete? Qual o tempo de existência dessas instalações?
- e) Tem ordenhadeira mecânica e tanque de refrigeração?
- f) Quantas vezes ao dia as vacas são presas para a ordenha e alimentação no cocho?
- g) O sistema é extensivo, semiextensivo ou intensivo?
- h) Qual o tipo de suplementação animal é fornecido para os animais? Volumoso, concentrado, ou ambos?
- i) Há sempre vacas em lactação? Para que isso ocorra, quais os recursos que o produtor utiliza? Cobertura controlada ou inseminação artificial?
- j) Os cuidados higiênicos e profiláticos (vacinas e vermífugos) são feitos regularmente?
- k) Qual a área total da propriedade? Qual é a área média de produção para alimentação animal?
- l) Qual pastagem é utilizada? Qual a área média de pastagem na propriedade?

- m) Na época da seca a pastagem não é suficiente para o gado; qual alimentação é fornecida para os animais? Silagem de milho e/ou cana fresca picada?
- n) O milho e/ou a cana são produzidos na propriedade? Qual é a área plantada para esses alimentos?
- o) Para a produção de cana, manual ou mecanizada, quais operações são realizadas?
- plantio
  - aplicação de herbicida
  - aplicação de inseticida
  - aplicação de fertilizante
  - cortes manuais
  - picagem mecanizada
- p) Para a produção de Silagem de milho, manual ou mecanizada, quais operações são realizadas?
- plantio
  - colheita
  - Armazenamento do silo (tipo do silo)
  - silagem é transportada manualmente ou por carreta no trajeto do silo até o cocho
- q) A ordenhadeira mecânica é utilizada duas vezes ao dia? E por quanto tempo? A produção de leite é o ano inteiro?
- r) Quantas pessoas trabalham com a ordenhadeira por dia?

**Parte 2** – Especificar as atividades do Itinerário técnico e identificar a jornada de trabalho e tempo para cada operação.

a) Se faz calagem

- quantos trabalhadores estão envolvidos e o gênero dos mesmos.
- peso do trabalhador
- altura
- Idade

b) Se faz aplicação de herbicida

- quantos trabalhadores estão envolvidos e o gênero dos mesmos.
- peso do trabalhador
- altura
- Idade

c) Se faz plantio e adubação

- quantos trabalhadores estão envolvidos e o gênero dos mesmos.

- peso do trabalhador

- altura

- Idade

d) se faz adubação em cobertura

- quantos trabalhadores estão envolvidos e o gênero dos mesmos.

- peso do trabalhador

- altura

- Idade

e) Se faz aplicação de Inseticida

- quantos trabalhadores estão envolvidos e o gênero dos mesmos.

- peso do trabalhador

- altura

- Idade

f) Se faz colheita manual ou mecânica

- quantos trabalhadores estão envolvidos e o gênero dos mesmos.

- peso do trabalhador

- altura

- Idade

g) Se faz produção de silagem

- quantos trabalhadores estão envolvidos e o gênero dos mesmos.

- peso do trabalhador

- altura

- Idade

h) se faz manejo sanitário

- quantos trabalhadores estão envolvidos e o gênero dos mesmos.

- peso do trabalhador

- altura

- Idade

i) Se faz ordenha mecânica

- quantos trabalhadores estão envolvidos e o gênero dos mesmos.

- peso do trabalhador

- altura

- Idade

j) Se faz transporte interno de produção

- quantos trabalhadores estão envolvidos e o gênero dos mesmos.

- peso do trabalhador

- altura

- Idade

### **Parte 3 – Informações sobre trator e implementos**

a) Se possui Trator

- identificar a marca

- determinar o rendimento do trator

- determinar o consumo de óleo diesel

- determinar o consumo de lubrificante

- determinar o consumo de graxa

b) Se possui Implementos

- determinar o consumo de graxa

**APÉNDICE 2**

Tabela AP 1 - Cálculo de necessidades calóricas para cada agricultor estudado. SISTEMA 1

<b>Sistema 1</b>			
	<b>Operação</b>		
1.	<b>Grade aradora</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	1,83	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO =</b>	<b>4,02 MJ. ha<sup>-1</sup></b>	
2.	<b>Calagem</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	1,5	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO =</b>	<b>3,30 MJ. ha<sup>-1</sup></b>	
3.	<b>Grade niveladora</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	1	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO =</b>	<b>2,20 MJ. ha<sup>-1</sup></b>	
4.	<b>Plantio e adubação</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	2	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO =</b>	<b>4,40 MJ. ha<sup>-1</sup></b>	
5.	<b>Adubação em cobertura</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	1	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO =</b>	<b>2,20 MJ. ha<sup>-1</sup></b>	

**Continuação da Tabela AP1**

---

6.	<b>Aplicação de herbicida</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	1	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO = 2,20 MJ. ha<sup>-1</sup></b>		
7.	<b>Colheita manual</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	4	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO = 8,79 MJ. ha<sup>-1</sup></b>		
8.	<b>Produção de silagem</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	3	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO = 6,59 MJ. ha<sup>-1</sup></b>		
9.	<b>Fornecimento de alimentação suplementar</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	3	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO = 6,59 MJ. ha<sup>-1</sup></b>		
10.	<b>Manejo sanitário</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	1	h.10 UA-1.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO = 2,20 MJ. ha<sup>-1</sup></b>		

---

### Continuação da Tabela AP1

11.	<b>Ordenha mecânica</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	1	h.10 UA-1.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	2	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO =</b>		<b>4,40 MJ. ha<sup>-1</sup></b>
12.	<b>Transporte silagem</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	2	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO =</b>		<b>4,40 MJ. ha<sup>-1</sup></b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo

### Continuação da Tabela AP1: SISTEMA 2

#### Sistema 2

1.	<b>Plantio manual de cana-de-açúcar</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	2	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO =</b>		<b>4,40 MJ. ha<sup>-1</sup></b>
2.	<b>Colheita manual</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	4	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO =</b>		<b>8,79 MJ. ha<sup>-1</sup></b>

**Continuação da Tabela AP1: SISTEMA 2**

3.	<b>Cana-de-açúcar picada</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	2	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO = 4,40 MJ. ha<sup>-1</sup></b>		
4.	<b>Manejo sanitário</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	2	h.10 UA-1.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO = 4,40 MJ. ha<sup>-1</sup></b>		
5.	<b>Ordenha mecânica</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	1	h.10 UA-1.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	2	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO = 4,40 MJ. ha<sup>-1</sup></b>		
6.	<b>Transporte cana</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	2	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO = 4,40 MJ. ha<sup>-1</sup></b>		
7.	<b>Fornecimento de alimentação suplementar</b>		
	Tempo de rendimento de trabalho por dia	1	h.ha <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1	Trabalhador
	Coef. Eng	2,20	MJ.h <sup>-1</sup>
	MO = Cof.enrg.NT.T		
	<b>MO = 2,20 MJ. ha<sup>-1</sup></b>		

Fonte: Dados da pesquisa de campo

**Tabela AP 2** - Suplemento forrageiro para animais nos sistemas 1 e 2.

	kg. ha <sup>-1</sup>	MJ. ha <sup>-1</sup>
<b>SISTEMA 1</b>	150,00	2508,00
Farelo de soja		
<b>SISTEMA 2</b>	100,00	1672,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo

**Tabela AP 3** - Jornada de trabalho, coeficientes de tempo de operação, mão-de-obra utilizada, modelo de máquina e ou implemento, consumo de óleo diesel, lubrificante e graxa, e outros dados de referência por operação do itinerário técnico do agroecossistema leiteiro.

<b>Sistema 1</b>	<b>Área: 30,00 ha</b>
<b>Operação</b>	
1. <b>Grade aradora</b>	
Horas de trabalho por dia	8
Rendimento	1 hora e 50 minutos por ha
Mão-de-obra envolvida	1 trabalhador (1)
<b>Trator</b>	Valtra A850
Consumo de óleo diesel	15,180 L.ha <sup>-1</sup>
Consumo de lubrificante	0,250 L.ha <sup>-1</sup>
Consumo de graxa	0,090 L.ha <sup>-1</sup>
<b>Implemento</b>	Tatu 610 GAICRL
Consumo de graxa	0,0075 kg.ha <sup>-1</sup>
2. <b>Calagem</b>	
Horas de trabalho por dia	10
Rendimento	1 hora e 30 minutos por ha
Mão-de-obra envolvida	1 trabalhador (1)
<b>Implemento</b>	Tatu DCA 2500
<b>Trator</b>	Valtra A850
Consumo de óleo diesel	7,00 L.ha <sup>-1</sup>
Consumo de lubrificante	0,135 L.ha <sup>-1</sup>
Consumo de graxa	0,023 L.ha <sup>-1</sup>
<b>Implemento</b>	Tatu DCA 2500
Consumo de graxa	0,010 kg.ha <sup>-1</sup>

---

**Continuação da Tabela AP3**

3.	<b>Grade niveladora</b>	
	Horas de trabalho por dia	8
	Rendimento	1 hora por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 trabalhador (1)
	<b>Trator</b>	Valtra A850
	Consumo de óleo diesel	8,00 L.ha <sup>-1</sup>
	Consumo de lubrificante	0,135 L.ha <sup>-1</sup>
	Consumo de graxa	0,050 L.ha <sup>-1</sup>
	<b>Implemento</b>	Tatu GH <sup>2</sup>
	Consumo de graxa	0,008 kg.ha <sup>-1</sup>
4.	<b>Plantio e adubação</b>	
	Horas de trabalho por dia	12
	Rendimento	2 horas por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 trabalhador
	<b>Trator</b>	Valtra A850
	Consumo de óleo diesel	14,00 L.ha <sup>-1</sup>
	Consumo de lubrificante	0,250 L.ha <sup>-1</sup>
	Consumo de graxa	0,087 L.ha <sup>-1</sup>
	<b>Implemento</b>	Baldan NSH 2500
	Consumo de graxa	0,004 kg.ha <sup>-1</sup>
5.	<b>Adubação em cobertura</b>	
	Horas de trabalho por dia	8
	Rendimento	1 hora por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 Agricultor
	<b>Trator</b>	Valtra A850
	Consumo de óleo diesel	9,00 L.ha <sup>-1</sup>
	Consumo de lubrificante	0,110 L.ha <sup>-1</sup>
	Consumo de graxa	0,080 L.ha <sup>-1</sup>
	<b>Implemento</b>	Vicon TDS 750
	Consumo de graxa	0,045 kg.ha <sup>-1</sup>

---

---

**Continuação da Tabela AP3**

6.	<b>Aplicação de herbicida</b>	
	Horas de trabalho por dia	8 horas
	Rendimento	1 hora por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 trabalhador
	<b>Trator</b>	Valtra A850
	Consumo de óleo diesel	6,00 L.ha <sup>-1</sup>
	Consumo de lubrificante	0,080 L.ha <sup>-1</sup>
	Consumo de graxa	0,040 L.ha <sup>-1</sup>
	<b>Implemento</b>	Jacto PJ 401
	Consumo de graxa	0,010 kg.ha <sup>-1</sup>
7.	<b>Colheita manual</b>	
	Horas de trabalho por dia	10
	Rendimento	4 horas por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 agricultor
	<b>Ferramenta utilizada</b>	Facão
8.	<b>Produção de silagem</b>	
	Horas de trabalho por dia	11
	Rendimento	3 horas por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 agricultor
	<b>Ferramenta utilizada</b>	Picadeira JF 50 RPM 1300 1500
	Rendimento	1 hora por ha
9.	<b>Fornecimento de alimentação suplementar</b>	
	Horas de trabalho por dia	6
	Rendimento	3 horas por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 agricultor
	<b>Ferramenta utilizada</b>	Picadeira JF 50 RPM 1300 1500
	Rendimento	1 h.ha <sup>-1</sup>
10.	<b>Manejo sanitário</b>	
	Horas de trabalho por dia	8
	Rendimento	1 h.10 UA <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1 agricultor

---

**Continuação Tabela AP3**

11.	<b>Ordenha mecânica</b>	
	Horas de trabalho por dia	12
	Rendimento	1 h.10 UA <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	2 (Agricultor 1 e Agricultor 2)
	<b>Ordeneira Delaval de 2 conjuntos</b>	
	<b>Consumo</b>	1,90 kw.h <sup>-1</sup>
12.	<b>Transporte silagem</b>	
	Horas de trabalho por dia	5
	Rendimento	2 horas por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 Agricultor

Fonte: Dados da pesquisa de campo

**Continuação da Tabela AP3**

<b>Sistema 2</b>		<b>Área: 22,00 ha</b>
1.	<b>Plantio manual de cana-de-açúcar</b>	
	Horas de trabalho por dia	12
	Rendimento	2 horas por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 trabalhador
2.	<b>Colheita manual</b>	
	Horas de trabalho por dia	10
	Rendimento	4 horas por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 agricultor
	<b>Ferramenta utilizada</b>	Facão
3.	<b>Cana-de-açúcar picada</b>	
	Horas de trabalho por dia	6
	Rendimento	2 horas por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 agricultor
	<b>Ferramenta utilizada</b>	Picadeira JF 50 RPM 1300 1500
	Rendimento	1 h.ha <sup>-1</sup>
4.	<b>Manejo sanitário</b>	
	Horas de trabalho por dia	10
	Rendimento	2 h.10 UA <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	1 agricultor

**Continuação da Tabela AP3**


---

5.	<b>Ordenha mecânica</b>	
	Horas de trabalho por dia	12
	Rendimento	1 h.10 UA <sup>-1</sup>
	Mão-de-obra envolvida	2 (Agricultor 1 e Agricultor 2)
	<b>Ordeneira Delaval de 2 conjuntos</b>	
	<b>Consumo</b>	1,90 kw.h <sup>-1</sup>
6.	<b>Transporte cana</b>	
	Horas de trabalho por dia	5
	Rendimento	2 horas por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 Agricultor
7.	<b>Fornecimento de alimentação suplementar</b>	
	Horas de trabalho por dia	6
	Rendimento	1 hora por ha
	Mão-de-obra envolvida	1 Agricultor

---

Fonte: Dados da pesquisa de campo

**Tabela AP 4** - Cálculo de consumo de óleo diesel, lubrificante e graxa.

<b>Sistema 1</b>		<b>Diesel</b>		
<b>Operação</b>	<b>Máquina</b>	<b>Quant.</b> <b>l.ha<sup>-1</sup></b>	<b>C.E*</b> <b>MJ.L<sup>-1</sup></b>	<b>Resultado</b> <b>MJ.ha<sup>-1</sup></b>
1. Grade aradora	Valtra A850	14,42	42,91	618,81
2. Calagem	Valtra A850	6,65	42,91	285,35
3. Grade niveladora	Valtra A850	7,60	42,91	326,12
4. Plantio e adubação	Valtra A850	13,30	42,91	570,70
5. Adubação de cobertura	Valtra A850	8,55	42,91	366,88
6. Aplicação de herbicida	Valtra A850	5,70	42,91	244,59
*Coeficiente energético				
<b>Biodiesel</b>				
		<b>Quant.</b> <b>l.ha<sup>-1</sup></b>	<b>C.E*</b> <b>MJ.L<sup>-1</sup></b>	<b>Resultado</b> <b>MJ.ha<sup>-1</sup></b>
1. Grade aradora	Valtra A850	0,76	34,43	26,13
2. Calagem	Valtra A850	0,35	34,43	12,05
3. Grade niveladora	Valtra A850	0,40	34,43	13,77
4. Plantio e adubação	Valtra A850	0,70	34,43	24,10
5. Adubação de cobertura	Valtra A850	0,45	34,43	15,49
6. Aplicação de herbicida	Valtra A850	0,30	34,43	10,33
*Coeficiente energético				
<b>Lubrificante</b>				
<b>Operação</b>	<b>Máquina</b>	<b>Quant.</b> <b>l.ha<sup>-1</sup></b>	<b>C.E*</b> <b>MJ.L<sup>-1</sup></b>	<b>Resultado</b> <b>MJ.ha<sup>-1</sup></b>
1. Grade aradora	Valtra A850	0,060	39,46	2,37
2. Calagem	Valtra A850	0,050	39,46	1,97
3. Grade niveladora	Valtra A850	0,055	39,46	2,17
4. Plantio e adubação	Valtra A850	0,075	39,46	2,96
5. Adubação de cobertura	Valtra A850	0,050	39,46	1,97
6. Aplicação de herbicida	Valtra A850	0,080	39,46	3,16
*Coeficiente energético				

**Continuação da Tabela AP 4.**

<b>Graxa</b>				
<b>Operação</b>	<b>Máqu./Impl.</b>	<b>Quantidade</b>	<b>C.E*</b>	<b>Resultado</b>
		<b>l.ha<sup>-1</sup></b>	<b>MJ.L<sup>-1</sup></b>	<b>MJ.ha<sup>-1</sup></b>
1. Grade aradora	Valtra A850/	0,090	39,07	3,52
	Tatu 6010	0,008	39,07	0,29
<b>Total</b>				<b>3,81</b>
2. Calagem	Valtra A850/	0,023	39,07	0,90
	Tatu DCA 2500	0,010	39,07	0,39
<b>Total</b>				<b>1,29</b>
3. Grade niveladora	Valtra A850/	0,050	39,07	1,95
	Tatu GH <sup>2</sup>	0,008	39,07	0,31
<b>Total</b>				<b>2,27</b>
4. Plantio e adubação	Valtra A850/	0,087	39,07	3,40
	Baldan NSH 2500	0,004	39,07	0,16
<b>Total</b>				<b>3,56</b>
5. Adubação de cobertura	Valtra A850/	0,080	39,07	3,13
	Vicon TDS 750	0,045	39,07	1,76
<b>Total</b>				<b>4,88</b>
6. Aplicação de herbicida	Valtra A850	0,040	39,07	1,56
	Jacto PJ 401	0,019	39,07	0,74
<b>Total</b>				<b>2,31</b>

\*Coeficiente energético

Fonte: Dados da pesquisa de campo

**Tabela AP 5** - Valor calórico total por hectare dos insumos utilizados nos agroecossistemas leiteiro. Torre de Pedra/SP. Ano de produção 2012.

<b>SISTEMA 1</b>						
<b>Formulado</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Quantidade</b>				<b>Resultado</b>
Milho silagem	Formulado	Utilizada (kg.ha <sup>-1</sup> )				
N	4	350,00				14,00
P2O5	14	350,00				49,00
K2O	8	350,00				28,00
<b>Total</b>						<b>91,00</b>
	(a)	(b)	©	(d)	(e)	
<b>Insumos</b>	(kg.ha <sup>-1</sup> )	(MJ.ha <sup>-1</sup> )		(MJ.ha <sup>-1</sup> )	(MJ.ha <sup>-1</sup> )	
Pastagem	10,00	16,80			<b>16,80</b>	
Sementes - milho silagem	20,00	14,00			<b>14,00</b>	
Mudas de cana	5,00	22,20			<b>22,20</b>	
Herbicida	1,00	418,22			<b>418,22</b>	
Calcário	1000,00	200,00			<b>200,00</b>	
<b>Fertilizante</b>					<b>1876,10</b>	
<u>Mistura (4-14-8)</u>	150,00					
N	14,00	925,96	0,78	5,44	<b>931,40</b>	
P2O5	49,00	609,56	0,3900	9,56	<b>619,12</b>	
K2O	28,00	312,20	0,9563	13,39	<b>325,59</b>	
<u>Uréia</u>	100,00					
N	45,00	5048,10	0,7490	16,85	<b>5064,95</b>	
					<b>6941,06</b>	

(a) "inputs" totais

(b) subtotal calórico de "inputs"

© taxa média da quantidade importada

(d) valor energético do transporte marítimo ("c" x "a" x (0,50 MJ. kg<sup>-1</sup>))

(e) total calórico dos "inputs" ("b" + "d")

Fonte: ANDA (2012) e dados da pesquisa de campo.

**Continuação da Tabela AP5.****SISTEMA 2**

<b>Insumos</b>	<b>(kg.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>(MJ.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>(MJ.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>(MJ.ha<sup>-1</sup>)</b>
Pastagem	7,00	11,76		<b>16,80</b>
Mudas de cana	9,00	39,96		<b>39,96</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

**Tabela AP 6** - Peso de embarque dos tratores e pesos de implementos e pneus utilizados no agroecossistema leiteiro. Torre de Pedra/SP, produção 2012.

<b>Máquina, implementos e pneus</b>	<b>Peso</b>			
	<b>(em kgf)</b>			
Trator VALTRA A850 4X2 85CV				3350,00
Pneu dianteiro 12.4-24R1	1 uni	40,50	2 uni.	81,00
Pneu traseiro 18.4-30R1	1 uni.	95,50	2uni.	191,00
Grade aradora Tatu 610				1781,00
Grade niveladora Tatu GH <sup>2</sup>				706,00
Distribuidor Calcário Tatu DCA 2500				794,00
Semeadora-Adubadora Baldan NSH 2500				1030,00
Adubadora Vicon TDS 750				188,00
Pulverizador Jacto JP 401				195,00
Ordenhadeira Mecânica GEA Westfália 04 conj.				130,00
Picadeira modelo (elétrica)				123,00
Tanque de refrigeração GEA Westfália Surge Jaguar				245,00

Fonte: Fabricantes e dados de campo.

**Tabela AP 7** - Massa de contrapesos.

Modelo do Trator	Número total	Forma e/ou Localização	Massa Unitária (Kg)	Massa total (kg)
VALTRA A850 4x2 85CV				
	2	rodas dianteiras	81,00	272,00
	2	rodas traseiras	191,00	
				<b>272,00</b>

Fonte: Especificações técnicas do Catálogo Valtra.

**Tabela AP 8** - Locais de lubrificação, volume utilizado, especificação do lubrificante e momento de troca por trator usado no itinerário técnico do agroecossistema leiteiro. Torre de Pedra/SP, ano agrícola 2012.

<b>Tratores</b>	<b>Local</b>	<b>Volume</b> (litros)	<b>Especificação</b>	<b>Momento</b> (horas)
Trator VALTRA A850 4X2 85CV	Cárter do motor	7,0	SA15W40	cada 150
	Transmissão Redutor e TDP	28	SAE 90	cada 1000
	Cubo dianteiro	1,5	SAE 90	cada 1000
	Diferencial	4,7	SAE 90	cada 500

<b>Implemento</b>	<b>Local</b>	<b>Volume</b>	<b>Especificação</b>	<b>Momento</b>
Pulverizador	Bomba de pistão	1,8	SAE 20 w 30 40	cada 100

Fonte: Dados do manual do Trator (VALTRA) e dados da pesquisa de campo.

**Tabela AP 9** - Vida útil e horas por ano de máquinas e implementos agrícolas.

<b>Máquinas e implementos</b>	<b>Horas de uso</b>
TRATOR Valtra 85 CV	16000
Grade aradora Tatu 610	2000
Grade niveladora Tatu GH <sup>2</sup>	2000
Distribuidor Calcário Tatu DCA 2500	1200
Semeadora-Adubadora Baldan NSH 2500	1500
Adubadora Vicon TDS 750	1200
Pulverizador Jacto JP 401	2000

Fonte: Normas 497.7 da ASAE (2011).

**Tabela AP 10** - Produção por área dos agroecossistemas leiteiro. Torre de Pedra/SP, produção 2012.

	Área Total (ha)	Pastagem (ha)	Plantio Cana (ha)	Plantio Milho (ha)	Animais (num.)	Área total Alimentação (ha)	Média Animais/área de alimentação
Sist. 1	30,00	23,00	1,50	2,00	31,00	26,50	1,17
Sist. 2	22,00	12,00	1,00	0,00	22,00	13,00	1,69
<b>Média</b>	<b>41,00</b>	<b>29,00</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>42,00</b>	<b>33,00</b>	<b>1,43</b>

Fonte: Dados da Pesquisa de Campo.

**Tabela AP 11** - Produção e Produtividade dos agroecossistemas leiteiro. Torre de Pedra/SP, produção 2012.

	Vacas em lactação	Média peso/anima (kg)	Prod./animal (L/dia)	Prod. total (L/dia)	Tempo ordenha (min.)	Média/animal (min.)	Produção/ano (L)	Produtividade/animal/ano (L)
Sist. 1	21	360,00	12,00	252,00	120,00	5,71	91980,00	4380,00
Sist. 2	12	280,00	8,00	96,00	90,00	7,50	35040,00	2920,00
<b>Média</b>	<b>27,00</b>	<b>500,00</b>	<b>16,00</b>	<b>300,00</b>	<b>165,00</b>	<b>9,46</b>	<b>109500,00</b>	<b>3650,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

**Tabela AP 12** - Produção em MJ.ha<sup>-1</sup> dos agroecossistemas. Torre de Pedra/SP, produção 2012.

	Produção por ano (L)	Área. ha <sup>-1</sup>	L. ha <sup>-1</sup>	MJ. ha <sup>-1</sup>
Sistema 1	91980,00	26,50	3470,94	9163,29
Sistema 2	35040,00	13,00	2695,38	7115,82
<b>Média</b>	<b>127020,00</b>	<b>39,50</b>	<b>6166,33</b>	<b>16279,11</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

**Tabela AP 13** - Consumo de energia elétrica equipamentos utilizados no agroecossistema leiteiro.

Energia elétrica				
Operação	Máquina	Quantidade	MJ. Kwh <sup>-1</sup>	Resultado
		kw.ha <sup>-1</sup>	coef. Energ.	MJ.ha <sup>-1</sup>
1. Ordenha	GEA Westfália Surg	45,27	3,60	162,97
2. Tanque de Refrigeração	. Westfália Surge Jaguar	156,12	3,60	562,03
3. Picadeira	JF 508	16,55	3,60	59,58
<b>Total</b>				<b>784,58</b>

Fonte: GEA Westfália e JF.

Tabela AP 14 - Depreciação energética de máquinas e implementos.

<b>Sistema A</b>		<b>Área: 30,00 ha</b>
<b>Operação</b>		
<b>1. Grade aradora</b>		
<b>Trator</b>	Valtra A850	
Massa	3061,20 kg	
Massa dos pneus	272 kg	
Vida útil	16000 horas	
Índice energético máq/impl	55,64 MJ.kg <sup>-1</sup>	
Índice energético pneus	85,83 MJ.kg <sup>-1</sup>	
Rendimento	1 hora e 50 minutos por ha	
<b>DE</b>	<b>25,90 MJ.ha<sup>-1</sup></b>	
<b>Implemento</b>		
	Tatu 610 GAICRL	
Massa	1781 kg	
Vida útil	2000 horas	
Índice energético máq/impl	55,64 MJ.kg <sup>-1</sup>	
Rendimento	1 hora e 50 minutos por ha	
<b>DE</b>	<b>106,63 MJ.ha<sup>-1</sup></b>	
<b>2. Calagem</b>		
<b>Trator</b>	Valtra A850	
Massa	3061,2 kg	
Massa dos pneus	272 kg	
Vida útil	16000 horas	
Índice energético máq/impl	55,64 MJ.kg <sup>-1</sup>	
Índice energético pneus	85,83 MJ.kg <sup>-1</sup>	
Rendimento	1 hora, 30 minutos por ha	
<b>DE</b>	<b>21,23 MJ.ha<sup>-1</sup></b>	
<b>Implemento</b>		
	Tatu DCA 2500	
Massa	794 kg	
Vida útil	1200 horas	
Índice energético máq/impl	55,64 MJ.kg <sup>-1</sup>	
Rendimento	1 hora, 30 minutos por ha	
<b>DE</b>	<b>64,94 MJ.ha<sup>-1</sup></b>	

---

**Continuação da Tabela AP14**
**3. Grade niveladora**

<b>Trator</b>	Valtra A850
Massa	3061,2 kg
Massa dos pneus	272 kg
Vida útil	16000 horas
Índice energético máq/impl	55,64 MJ.kg <sup>-1</sup>
Índice energético pneus	85,83 MJ.kg <sup>-1</sup>
Rendimento	1 hora por ha
<b>DE</b>	<b>14,15 MJ.ha<sup>-1</sup></b>

<b>Implemento</b>	Tatu GH <sup>2</sup>
Massa	706 kg
Vida útil	2000 horas
Índice energético máq/impl	55,64 MJ.kg <sup>-1</sup>
Rendimento	1 hora por ha
<b>DE</b>	<b>23,10 MJ.ha<sup>-1</sup></b>

---

**4. Plantio e adubação**

<b>Trator</b>	Valtra A850
Massa	3061,2 kg
Massa dos pneus	272 kg
Vida útil	16000 horas
Índice energético máq/impl	55,64 MJ.kg <sup>-1</sup>
Índice energético pneus	85,83 MJ.kg <sup>-1</sup>
Rendimento	2 horas por ha.
<b>DE</b>	<b>28,31 MJ.ha<sup>-1</sup></b>

<b>Implemento</b>	Baldan NSH 2500
Massa	1030 kg
Vida útil	1500 horas
Índice energético máq/impl	55,64 MJ.ton <sup>-1</sup>
Rendimento	2 horas por ha.
<b>DE</b>	<b>89,86 MJ.ha<sup>-1</sup></b>

---

### Continuação da Tabela AP14

<b>5. Adubação em cobertura</b>		
<b>Trator</b>	Valtra A850	
Massa	3061,2 kg	
Massa dos pneus	272 kg	
Vida útil	16000 horas	
Índice energético máq/impl	55,64 MJ.kg <sup>-1</sup>	
Índice energético pneus	85,83 MJ.kg <sup>-1</sup>	
Rendimento	1 hora por ha.	
<b>DE</b>	<b>14,15</b>	<b>MJ.ha<sup>-1</sup></b>
<b>Implemento</b>	Vicon TDS 75	
Massa	188	kg
Vida útil	1200	horas
Índice energético máq/impl	55,64 MJ.kg <sup>-1</sup>	
Rendimento	1 hora por ha.	
<b>DE</b>	<b>10,25</b>	<b>MJ.ha<sup>-1</sup></b>
<b>6. Aplicação de herbicida</b>		
<b>Trator</b>	Valtra A850	
Massa	3061,2 kg	
Massa dos pneus	272 kg	
Vida útil	16000 horas	
Índice energético máq/impl	55,64 MJ.kg <sup>-1</sup>	
Índice energético pneus	85,83 MJ.kg <sup>-1</sup>	
Rendimento	1 hora por ha.	
<b>DE</b>	<b>14,15</b>	<b>MJ.ha<sup>-1</sup></b>
<b>Implemento</b>	Jacto PJ 401	
Massa	195	kg
Vida útil	2000	horas
Índice energético máq/impl	55,64 MJ.kg <sup>-1</sup>	
Rendimento	1 hora por ha.	
<b>DE</b>	<b>6,38</b>	<b>MJ.ha<sup>-1</sup></b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo