



ANÁLISE ENERGÉTICA DA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE LEITE BOVINO PELA AGRICULTURA FAMILIAR

Marisia Cristina da Silva¹ & Osmar de Carvalho Bueno²

RESUMO: Os sistemas familiares de produção proporcionam melhor gestão dos recursos naturais locais, além de favorecerem uma melhor composição da dimensão 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 que compõem a Associação de Produtores Familiares no município de Torre de Pedra/SP, destacando a dependência de energia externa e de fontes não renováveis, particularmente de fontes fósseis. Foram realizadas visitas técnicas para coleta de dados quantitativos e qualitativos. Os dados foram adquiridos por intermédio da aplicação de questionários semiestruturados, juntamente a produtores de leite do município, capazes de estabelecer condições detalhadas de análise dos sistemas de produção encontrados. Assim, foram apontados possíveis gargalos quanto à dependência externa de fontes não renováveis de energia, tomando por base os anos de 2011 e 2012. Foram identificados dois sistemas de produção de leite entre os associados, denominados sistema de produção 1 e sistema de produção 2. 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 quando comparado com o sistema de produção 2 com valores de 4.985,46 MJ.ha⁻¹ e 7.115,82 MJ.ha⁻¹, respectivamente. Com relação a eficiência energética que demonstra a dependência de fonte não-renovável de energia, no sistema de produção 2 a dependência não foi observada já que não houve entrada de energia não-renovável, ao passo que o sistema de produção 1 apresentou índice de 2,19 MJ.ha⁻¹. 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-CHAVE: Balanço energético, agricultura familiar, APA perímetro Botucatu, bovinocultura de leite, sustentabilidade.

ENERGETIC ANALYSIS OF DAIRY CATTLE SUSTAINABLE PRODUCTION BY FAMILY FARMING

Familiar production systems provide better management of local natural resources besides benefiting, from a sustainable perspective as well as a better economic organization of the surrounded environment. Torre de Pedra, located in Sao Paulo state is part of the Environmental Protection Area Corumbataí-Botucatu-Tejupa, Botucatu Perimeter, which has traditionally developed dairy farm production practices. The town presents problems of environment and socioeconomic aspect. This study aims to identify and analyze, with regard to energy, the production systems of dairy cattle production in family agriculture systems of members of the Association of Dairy Products Producers, in Torre de Pedra/SP. It was highlighted the dependence on external energy and non-renewable resources, particularly fossil fuels. There were performed technical visits in order to collect quantitative and qualitative data through the application of semi-structured questionnaires among the dairy farmers of the town. This information helped 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 upon the years 2011 and 2012. There were identified two milk production systems among family farm members - production system 1 and production system 2. There was a higher presence of direct energy coming from biological sources on energy on production system 2, being 68.97% due to heavy usage of soybean meal. Production system 1 showed a balanced intake of direct and indirect energies, with 49.50% and 50.50% respectively. Moreover, production system 1 presented lower value for energy balance compared to production system 2, with 4.985.46 MJ.ha⁻¹ and 7.115.82 MJ.ha⁻¹ respectively. Considering the energetic aspects of both production systems, it is possible to conclude that production system 2 was the most sustainable due to the absence of fossil energy usage and to the reduced input of energy for milk production.

KEYWORDS: Energy balance, family farming, APA perimeter Botucatu, dairy farm system, sustainability.

¹ E-mail: marisiacs@yahoo.com.br

² E-mail: osmar@fca.unesp.br

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o leite é considerado um dos produtos mais presente no hábito alimentar humano. Sua produção é considerada uma atividade de importância econômica para a produção agropecuária mundial. Porém, como em qualquer outra atividade econômica, a produção de leite tem se revestido de extrema relevância para a questão ambiental, no que diz respeito à sua sobrevivência (SILVA; BUENO; RIBAS, 2011).

Vale destacar que o processo de intensificação da pecuária leiteira nas últimas décadas, vem apresentando um aumento na produção de leite por hectare, bem como, na taxa de lotação, no fornecimento de concentrado para dieta animal, além do melhoramento genético das raças. Consequentemente, os efeitos dessa intensificação no meio ambiente são inevitáveis (BAVA et al., 2014). Em 2015 a produção mundial de leite foi de 179,84 bilhões de litros e a estimativa para o ano de 2016 é de 182,57 bilhões (USDA, 2015).

De acordo com PRODUÇÃO (2014) a produção de leite no Brasil em 2014 foi 35,2 bilhões de litros, com crescimento de 2,7% em relação a produção do ano anterior. Com relação à região Sudeste do país, em 2014 esta atingiu 12,17 bilhões de litros de leite bovino, com destaque para o estado de São Paulo que produziu 1,78 bilhão, apresentando melhora significativa no setor leiteiro, comparada aos últimos anos.

Sendo assim, é interessante destacar a atividade econômica vinculada à produção leiteira do estado de São Paulo, o Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Itapetininga, formado por 4 microrregiões (Itapetininga, Itapeva, Capão Bonito e Tatuí). Este contribuiu em 2014 com 117,20 milhões de litros de leite para o estado paulista. No mesmo ano, a microrregião de Tatuí contribuiu com 21,12 milhões de litros. Esta, por seu turno, abrange o município de Torre de Pedra que contribuiu com 1,52 milhão de litros de leite em sua microrregião (IBGE, 2014a).

Torre de Pedra é um município desmembrado de Porangaba e com vocação para a produção de leite (IBGE, 2014b), além de ser um dos municípios que compõe a Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí-Botucatu-Tejupá (perímetro Botucatu).

Algumas das principais preocupações socioeconômicas e ambientais do município de Torre de Pedra são identificadas como produção de alimentos, geração de renda minimamente satisfatória, redução ao máximo da agressão ao meio ambiente, entre outros; motivos estes que evidenciam a necessidade de estudos mais aprofundados para a busca do desenvolvimento sustentável no município, bem como para a região.

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 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/SP, analisá-los destacando a sua dependência de energia externa e de fontes não renováveis, particularmente de fontes fósseis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Torre de Pedra/SP, que 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 (ADAM; NORBERTO, 2009).

Foi realizado um estudo de campo com coleta de dados quantitativos e qualitativos, efetuada por intermédio da aplicação de questionário semiestruturado 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, ano em que se realizou a coleta de dados para o presente estudo, a produção de 595 mil litros, com 566.000 Reais de produção anual, de acordo com o IBGE (2014a).

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 de Torre de Pedra, optou-se por trabalhar com amostragens dirigidas. Vale ressaltar que para o estudo presente não se adotou amostragem aleatória, bem como amostragem por conveniência pois 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 pois, 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.

Sendo assim, a amostra dirigida foi construída por produtores representativos que compõem o grupo de 38 associados ativos na Associação de Produtores familiares de leite bovino do município de Torre de Pedra, 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).

As operações identificadas compõem dois itinerários técnicos³ diferentes, apresentando então sistemas de produção de leite classificados como sistema de produção 1 (85% dos produtores) e sistema de produção 2 (15% dos produtores). 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, insumos empregados e mão-de-obra envolvida. Após, 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.

É importante ressaltar que as informações prestadas pelos produtores de ambos os sistemas representam a média da porcentagem de cada sistema identificado.

2.1 Análise energética na produção de leite

Para a realização da análise energética, deve-se compreender que a mesma 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).

Bekhet (2010) afirma 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.

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 (SOUZA et al., 2009).

No cálculo da energia indireta de fonte industrial, 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).

Já para o cálculo da energia indireta de fonte industrial na forma ureia, considerou-se a realocação de 34,2% do total do coeficiente energético para a fonte fóssil de acordo com Mendes Junior (2011).

De acordo com Castanho Filho e Chabaribery (1982), considera-se como saída energética a produção física obtida de um sistema de produção, multiplicado pelo seu valor calórico.

Foi considerada como saída energética o leite para o presente estudo.

3 De acordo com Dufumier (1996), é 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.

Os coeficientes energéticos utilizados para os cálculos de consumo e produção de energia no presente trabalho encontram-se na Tabela 1.

Tabela 01 – Coeficientes energéticos utilizados no estudo e literatura correspondente.

Energia Direta		
Fonte biológica	Coeficiente energético	Autores
Mão-de-obra	2,20 MJ.h ⁻¹	Serra et al. (1979); adotado por Campos et al. (1998).
Semente de milho/silagem	0,70 MJ.kg ⁻¹	Ramos (2012)
Semente para pastagem	1,68 MJ.ha ⁻¹	Pimentel (1980)
Mudas de cana-de-açúcar	4,44 MJ.kg ⁻¹	Brasil (2013)
Biodiesel	34,43 MJ.L ⁻¹	Brasil (2013)
Farelo de soja	16,72 MJ.kg ⁻¹	Soares et al. (2008)
Fonte fóssil	Coeficiente energético	Autores
Óleo diesel	42,91 MJ.L ⁻¹	Brasil (2013)
Lubrificante	39,46 MJ.L ⁻¹	Brasil (2013)
Graxa	39,07 MJ.L ⁻¹	Brasil (2013)
Ureia	112,18 MJ. Kg ⁻¹	Mendes Junior (2011)
Energia Indireta		
Fonte industrial	Coeficiente energético	Autores
Máquinas e implementos	55,64 MJ.kg ⁻¹	Mantoam (2011).
Pneus	85,83 MJ.kg ⁻¹	Comitre (1993)
Corretivo de solo	0,20 MJ.kg ⁻¹ ,	Salla e Cabello (2010)
Fertilizantes	66,14 MJ.kg ⁻¹ (N); 12,44 MJ.kg ⁻¹ (P ₂ O ₅) 11,15 MJ.kg ⁻¹ (K ₂ O).	Heidari e Omid (2011)
Ureia	112,18 MJ. Kg ⁻¹	Mendes Junior (2011)
Herbicida	418,22 MJ.L ⁻¹	Santos et al. (2007).
Energia elétrica	3,60 MJ.kWh ⁻¹	Brasil (2011)

Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com as referências consultadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 familiar nessa região é realizada. Esses registros foram organizados para que os sistemas de produção fossem identificados como sistema de produção 1 e sistema de produção 2, agrupados em seus respectivos itinerários técnicos, permitindo detalhar o conjunto de operações que os compõem. O Quadro 1 apresenta as características gerais médias e índices zootécnicos para ambos os sistemas de produção.

Quadro 1 - Operações presentes nos Sistemas de produção 1 e 2.

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

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Tabela 2, 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 para ambos os sistemas.

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.

Tabela 02 - Participação das operações do itinerário técnico no agroecossistema leiteiro dos sistemas 1 e 2 em MJ.ha⁻¹ e em porcentagem da matriz energética, Torre de Pedra/SP ano 2012.

OPERAÇÃO	MJ.ha ⁻¹		%	
	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
TOTAL	13.893,23	2.528,57	100,00	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

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 e cana picada, juntas dispenderam 72,36% devido em grande parte ao uso de fertilizante ureia que em sua aplicação teve participação de 39,23%. 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 relevante 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 expressivo (Tabela 3).

A participação do biodiesel comparada com o diesel é pouco relevante. 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% de diesel, provindo de fonte fóssil (Tabela 3).

Na Tabela 3, observa-se a participação da ureia nas formas fóssil e industrial com participações de 12,44% e 23,94% respectivamente no sistema de produção 1.

Tabela 3 - Participação das diversas formas de energia do itinerário técnico no agroecossistema leiteiro dos sistemas 1 e 2 em MJ.ha⁻¹ porcentagem da matriz energética, Torre de Pedra/SP ano 2012.

FORMA		MJ. ha ⁻¹		% da Matriz	
		1	2	1	2
		SISTEMAS			
Mão-de-obra		51,29	32,99	0,37	1,30
Sementes e mudas	Biológica	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	Fóssil	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	Industrial	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
TOTAL		13.922,78	2.528,57	100,00	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

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.

Nota-se 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.

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% (Tabela 3).

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

Analisando mais detalhadamente através das formas de energia, a Tabela 3 demonstra que o itinerário técnico para o sistema de produção 1 teve maior participação dos fertilizantes (formulado NPK e ureia) com 49,86% no total.

Considerando o agroecossistema leiteiro estudado, a partir do itinerário técnico apresentado no ano agrícola 2011/2012 em Torre de Pedra, 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⁻¹, a

saída útil para o sistema foi de 9.163,29 MJ.ha⁻¹. 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⁻¹, a saída útil foi de 7.115,82 MJ.ha⁻¹.

Na Tabela 4 é possível verificar a estrutura dos dispêndios por tipo, fonte e forma de 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.

Tabela 4 – Estrutura dos dispêndios por tipo, fonte e forma de energia do itinerário técnico no agroecossistema leiteiro em MJ. ha⁻¹, Torre de Pedra/SP ano 2012.

TIPO, Fonte e forma	Entradas culturais MJ. ha ⁻¹ (a)		Participação %	
	SISTEMAS			
	1	2	1	2
ENERGIA DIRETA	6.891,99	1.743,99	49,50	68,97
Biológica	2.714,16	1.743,99	39,38	100,00
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
Fóssil (c)	4.177,83	0	60,62	-
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	-
ENERGIA INDIRETA	7.030,79	784,58	50,50	31,03
Industrial	7.030,79	784,58	100,00	100,00
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	784,58	11,16	100,00
TOTAL	13.922,78	2.528,57	100,00	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

O sistema de produção 2 teve maior participação de fonte biológica com 68,97% e 31,03% para fonte industrial, sem a presença de fonte fóssil. A participação de fonte biológica nesse sistema apresenta-se considerável porque o farelo de soja é rico em calorias, com 95,87% enquanto que a mão-de-obra respondeu com apenas 1,89% (Tabela 4).

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. A participação de energias direta e indireta foi de 67,41% e 32,59%, respostas similares às encontradas para o sistema de produção 2 que teve 95,97% de farelo de soja no total de energia direta de fonte biológica.

Na Tabela 5 é possível observar eficiência energética e o balanço energético por meio da estrutura de dispêndio energético do presente estudo.

Com relação a eficiência energética que demonstra a dependência de fonte não-renovável de energia, no sistema de produção 2 a dependência não foi observada já que não houve entrada de energia não-renovável, ao passo que o sistema de produção 1 apresentou índice de 2,19 MJ.ha⁻¹.

Na figura 1 é possível observar que 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%.

Tabela 5 – Balanço energético no agroecossistema leiteiro dos sistemas 1 e 2 em MJ.ha⁻¹, Torre de Pedra/SP ano 2012.

	SISTEMA 1	SISTEMA 2
“Saídas” Úteis (a)	9.163,29	7.115,82
Energia não renovável (b)	4.177,83	
Eficiência Energética (a/b)	2,19	-
Balanço Energético (a-b)	4.985,46	7.115,82

Fonte: Elaborado pelos autores.

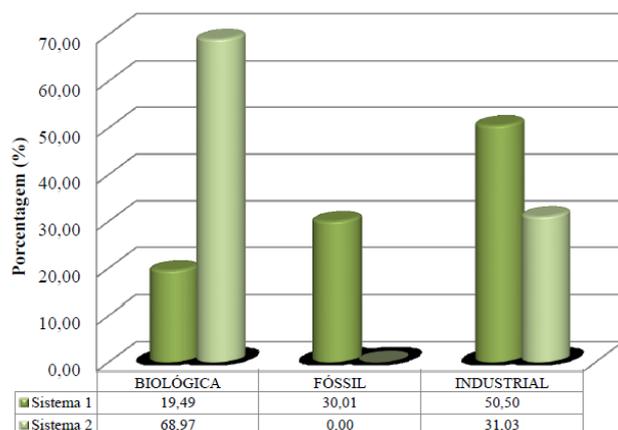


Figura 1 - Participação, por hectare, das diversas fontes de energia no agroecossistema leiteiro dos sistemas 1 e 2. Fonte: Elaborado pelos autores

4 CONCLUSÃO

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

O sistema de produção 1 é 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, 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 como um indicador de sustentabilidade, objetivando estimar essa dependência aos produtores e assim reforçar a ideia de adoção de tecnologias sustentáveis com os recursos disponíveis para a produção de leite.

6 AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de Aperfeiçoamentos de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento do desenvolvimento do projeto de pesquisa.

5 REFERÊNCIAS

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.

Bava L, Sandrucci A, Zucali M, Guerci M, Tamburini A. How can farming intensification affect the environmental impact of milk production? **Journal of Dairy Science**. Champaign, v. 97, n.7, p. 4579-4593, 2014.

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.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio**: Brasil

2012/2013 a 2022/2023. Projeções de longo prazo. Brasília, DF, 2013. 96 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2013**: ano base 2012. Brasília, DF, 2013. 283 p.

CAMPOS, A. T.; FERREIRA, W. A.; YAMAGUCHI. Balanço econômico e energético na produção de silagem de milho em sistema intensivo de produção de leite. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 9, n.1, p. 10-20, 1998.

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

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.

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

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.

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.

Produção da Pecuária Municipal, Rio de Janeiro, v. 42, p. 1-36, 2014. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Pelotas, 2014a. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&coduf=35&idtema=147&codv=v13&search=sao-paulo|torre-de-pedra|sintese-das-informacoes-2014>>. Acesso em: 24 Jan. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Pelotas, 2014b. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=_EN&codmun=355465&search=%7Ctorre-de-pedra>. Acesso em: 24 Jan. 2016.

KLEINSCHMITT, S. C. Material didático com uso exclusivo em sala de aula: apostila de metodologia de pesquisa científica. Toledo: Faculdade Sul Brasil, 2011. Disponível em:

<http://ww.fasul.edu.br/pasta_professor/arquivos/79197_apostila_i.pdf>. Acesso: 11 out. 2013.

MANTOAM, E. J. **Incorporação de energia na vida útil de uma colhedora autopropelida de cana-de-açúcar**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MENDES JÚNIOR, A. A. **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.

PIMENTEL, D. Energy inputs for the production formulation, packaging and transport of various pesticides. In: _____. **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton, 1980. 475 p.

RAMOS, M. C. **Sustentabilidade na produção de leite – Interferência dos processos produtivos no balanço energético e econômico em sistema intensivo**. 2012. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Construções, Ambiente e Tratamento de Resíduos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

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, H. P.; TOMM, G. O.; SPERRA, S. T.; ÁVILA, A. Efeito de práticas culturais na conversão E no balanço energéticos. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 299-306, 2007.

SERRA, G. E.; MOREIRA, R.; GOLDEMBERG, J.; HEEZEN, A. M. **Avaliação da energia investida na fase agrícola de algumas culturas**. Brasília, DF: Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio, 1979. 86 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., 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: [s.n.], 2011.

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.

SOARES, L. H. B.; ARAÚJO, E. S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. **Eficiência**

energética comparada das culturas do girassol e soja, com aptidão para produção de biodiesel no Brasil. Seropédica: Embrapa Agroecologia, 2008. (Circular Técnica, 25).

SOUZA, C. V.; CAMPOS, A. T; BUENO, O.C.; SILVA, E. B. 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.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Foreign Agricultural Service. Dairy: World markets and trades. Washington, 2016. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2016.