

# DISPÊNDIOS ENERGÉTICOS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA SERINGUEIRA<sup>1</sup>

Patricia Helena Nogueira Turco<sup>2</sup>

Marli Dias Mascarenhas Oliveira<sup>3</sup>

Elaine Cristine Piffer Gonçalves<sup>4</sup>

Regina Kitagawa Grizotto<sup>5</sup>

## 1 – INTRODUÇÃO

Na análise de eficiência energética de um sistema produtivo agrícola, pode-se avaliar seu desempenho energético ao identificar as principais fontes de energia utilizadas na produção. No caso da heveicultura, têm-se buscado ganhos de produtividade pela produção de látex, pois o aumento no custo da produção de borracha natural resultou na procura de formas de exploração que reduzam os custos e aumentem a produtividade. A adoção de métodos apropriados de exploração é uma das soluções para alcançar maiores ganhos líquidos (RAJAGOPAL et al., 2004).

Para Francisco, Bueno e Baptistella (2004), a cultura apresenta como vantagens grande utilização de mão de obra familiar e assalariada pelo fato da extração do látex se realizar quase o ano todo, além de contratos de parcerias que podem ocorrer. Outra vantagem é a sustentabilidade ambiental, dado que o cultivo ajuda a evitar processos erosivos, protege os mananciais, a fauna e a flora e é também uma fonte renovável de matéria-prima que necessita de pouca energia para a produção.

O balanço energético visa estabelecer os fluxos de energia, identificando-se a demanda total e eficiência refletida pelo ganho líquido e pela relação saída/entrada.

Nesse processo, quantificam-se todos os insumos utilizados e produzidos que são transformados em unidades de energia. A estimativa do balanço de energia e de eficiência energética é um importante instrumento no monitoramento da agricultura diante do uso de fontes de energia não renováveis (SIQUEIRA; GAMERO; BOLLER, 1999;

BUENO; CAMPOS, Alessandro T.; CAMPOS, Aloísio T., 2000).

O objetivo do estudo é analisar o desempenho energético da heveicultura por meio de indicadores como eficiência cultural, produtividade cultural e eficiência energética, e balanço energético, que proporcionam a compreensão da dinâmica da produção do látex, particularmente em relação à dependência de recursos energéticos não renováveis.

## 2 – MATERIAL E MÉTODO

Os dados para a elaboração dos coeficientes técnicos de custo de produção do seringal foram realizados por membros da Comissão Especial para Estudo de Custos e Preços Reais de Borracha Natural. Foram aplicados questionários em dez propriedades agrícolas com vistas a compor um sistema de produção representativo da região noroeste do estado de São Paulo.

Após a coleta de dados no campo, foram realizadas rodadas de discussão para sistematização, efetuando-se alterações e ajustes para o sistema, o que permitiu definir o sistema de produção e os dados técnicos a serem considerados, bem como de informações técnicas disponíveis nos centros de pesquisa agropecuária no estado e em estudos específicos (FRANCISCO; BUENO; BAPTISTELLA, 2004; FRANCISCO et al., 2009; MARTIN; ARRUDA, 1992; OLIVEIRA et al.; 2017; TOLEDO; GHILARDI, 2000).

Para formação do seringal, foi considerado o sistema convencional de preparo do solo e plantio. O período de formação considerado englo-

<sup>1</sup>Registrado no CCTC, IE-03/2021.

<sup>2</sup>Administradora Rural, Doutora, Pesquisadora da Apta Regional (e-mail: pturco@sp.gov.br).

<sup>3</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre, Pesquisadora do Instituto de Economia Agrícola (e-mail: marlimascarenhas@sp.gov.br).

<sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, Doutora, Pesquisadora da Apta Regional (e-mail: elaine.piffer@sp.gov.br).

<sup>5</sup>Engenheira de Alimentos, Doutora, Pesquisadora da Apta Regional (e-mail: regina.grizotto@sp.gov.br).

ba o plantio (1º ano – implantação) ao 6º ano (condução) da cultura. A exploração do seringal se inicia no 7º ano da implantação da cultura, quando pelo menos 50% das plantas atingem diâmetro de 45 cm de circunferência a uma altura de 1,30 m do solo e 6 mm de espessura de casca.

Neste trabalho, considerou-se que 50% das plantas entram em produção no 7º ano, 25% entram em produção no 8º ano, 20% no 9º ano, e o restante após o 10º ano. Nessa fase de produção do seringal, foram considerados quatro níveis de produtividade: 875 kg de coágulo por hectare, 1.575 kg de coágulo/ha, 2.000 kg de coágulo/ha e 2.475 kg de coágulo/ha, respectivamente. Para a sangria, considerou-se o sistema D4/S2, que consiste em uma intervenção na casca com formato de meia espiral, e a cada quatro dias a sangria é efetuada na mesma planta, num total de 63 sangrias efetivas por planta/ano, no período de outubro a julho. Nesse sistema, o produtor necessitará de um sangrador para cada 7,0 ha.

Após o levantamento de todas as operações e seus custos em seu sistema de cultivo, cada item foi detalhado quanto às suas unidades energéticas, à escolha dos coeficientes técnicos para os elementos de cálculo da energia consumida, em J (Joules) e seus múltiplos, de mão de obra, combustíveis, lubrificantes, máquinas e implementos, corretivos de solos, fertilizantes químicos e defensivos.

Como forma de atingir os objetivos do trabalho de maneira que pudesse permitir uma melhor compreensão dos dados, os resultados foram expressos de forma a apresentar e tipificar o sistema de cultivo observado e a respectiva matriz do coeficiente técnico da produção que compõem o respectivo sistema de produção.

### 3 – DISPÊNDIOS ENERGÉTICOS DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE LÁTEX

A classificação dos tipos de *inputs* energéticos e suas respectivas fontes e formas esboça-se da seguinte maneira:

- a) energia direta de origem biológica: mão de obra;
- b) energia direta de origem fóssil: diesel, lubrificante e graxa; e
- c) energia indireta de origem industrial: máquinas e implementos, adubos, defensivos corretivos de solo e micronutrientes.

A unidade adotada para o estudo energético foi o megajoule (MJ). O índice de conversão do joule (J) em caloria (cal) correspondeu a 0,24, ou seja, 1 MJ equivale a 238,84 kcal.

#### 3.1 – Energia Direta de Origem Biológica: mão de obra

A energia contida na mão de obra, nas operações realizadas no manejo do cafezal, foi determinada multiplicando-se o rendimento de cada operação dos sistemas seringal e o coeficiente energético adotado de acordo com a equação:

$$ET_{MO} = CE_{MO} \cdot R$$

onde:

$ET_{MO}$ : energia total da mão de obra, MJ.ha<sup>-1</sup>;

$CE_{MO}$ : coeficiente energético, MJh<sup>-1</sup>; e

$R$ : rendimento, h ha<sup>-1</sup>.

O coeficiente energético adotado foi de 2,2 MJ.h<sup>-1</sup>, de acordo com Campos et al. (1998) e igualmente utilizado por Oliveira Júnior e Seixas (2006), Assenheimer, Campos e Gonçalves Júnior (2009), Campos et al. (2009) e Innocente (2015).

#### 3.2 – Energia Direta de Origem Fóssil: combustível, lubrificante, graxa e gás

Com relação aos dispêndios energéticos relativos às fontes de energia direta de origem fóssil, como óleo diesel, óleos lubrificantes e graxas, foram utilizados também dados de conversão de unidades físicas em unidades energéticas a partir da literatura existente.

Os coeficientes energéticos adotados foram os citados no Balanço Energético Nacional, divulgado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), do Ministério de Minas e Energia (MME) (BRASIL, 2012), considerando a densidade específica de cada produto (Tabela 1).

#### 3.3 – Energia Indireta de Origem Industrial

Com relação aos dispêndios referentes à fonte de energia indireta de origem industrial foram estimados os dispêndios energéticos relativos a

fertilizantes químicos, herbicidas, inseticidas, fungicidas, acaricidas, micronutrientes, corretivo de solo e à depreciação energética de máquinas e implementos agrícolas

TABELA 1 – Coeficientes para conversão de unidades físicas em unidades energéticas

Entradas ( <i>inputs</i> )	Unidade energética (MJ)
Óleo diesel	42,29
Óleo lubrificante	42,37
Graxa	39,07

Fonte: Elaborada pelas autoras a partir de Brasil (2013).

### 3.4 – Corretivo de solo

Para o calcário, seguiu-se a recomendação de Bueno (2002), em 0,17 MJ/kg.

### 3.5 – Fertilizantes Químicos

As formulações do adubo químico e suas respectivas quantidades foram utilizadas em cada fase dos tratos culturais. Para o adubo, seguiu-se a recomendação de Serra, Moreira e Goldemberg (1979), como sendo N (13.875 kcal/kg), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (1.665 kcal/kg) e K<sub>2</sub>O (1.110 kcal/kg). Esses valores também foram utilizados por Castanho Filho e Chabaribery (1983), Comitre (1995) e Bueno (2002).

### 3.6 – Herbicidas, Inseticidas, Fungicidas, Acaricidas e Espalhante

Os valores calóricos específicos de cada insumo utilizado no manejo do seringal foram de 278 MJ kg<sup>-1</sup> para inseticidas, 288 MJ.kg<sup>-1</sup> para herbicidas e 276 MJ kg<sup>-1</sup> para fungicidas e acaricidas (UNAKITAN; HURMA; YILMAZ, 2010). Não foram encontrados, em nenhuma literatura, valores energéticos correspondentes ao espalhante adesivo e, por essa razão, eles não foram considerados neste trabalho; também não foi considerado o valor energético das mudas.

## 4 – MÁQUINAS E IMPLEMENTOS

### 4.1 – Depreciação

A determinação da depreciação energética com máquinas e implementos foi a mesma utilizada por Comitre (1995) e Bueno (2002). Para tanto, buscou-se o peso de máquinas e implementos por meio de catálogos, dados disponibilizados nos respectivos sites e informações obtidas com os representantes. Tais pesos são definidos como massa ou peso de embarque (BUENO, 2002), isto é, sem contrapeso, sem pneus, sem operador e com tanque de combustível com 20 litros de óleo diesel. O peso dos pneus seguiu os indicadores de Vieira (2007). Portanto, para o cálculo da depreciação:

$$\text{Depreciação energética} = (a + b + c + d) / \text{vida útil}$$

em que:

- a: peso das máquinas e implementos x coeficiente energético correspondente;
  - b: 5% de a (percentual de reparos);
  - c: número de pneus x peso x coeficiente energético de referência;
  - d: 12% de (a + b + c) (percentual de manutenção); e
- vida útil: em horas.

Os coeficientes energéticos correspondentes a cada tipo de máquina e implementos foram os apresentados por Comitre (1995), como sendo 2.061 Mcal/t para grade arradora, terraceador, carregadora MP1200, distribuidora, subsolador, atomizador e pulverizadores para os defensivos. Para o uso de roçadeira, sulcador, perfurador, adubadora e carreta, 1.995 Mcal/t. Para os demais veículos, como tratores, foram utilizados 3.494 Mcal/t. Para os pneus, o coeficiente utilizado foi de 20.500 Mcal/t. Esses valores energéticos também foram utilizados por Castanho Filho e Chabaribery (1983), Bueno (2002) e Vieira (2007).

### 4.2 – Indicadores Energéticos

Para se obter a saída energética, foram utilizadas amostras de coágulo de látex, que foram levadas à estufa para secar. Depois de secas, fo-

ram trituradas e preparadas para serem queimadas na bomba calorimétrica. O cálculo do PCS foi feito conforme a equação:

$$PCS = (K + Ma) / Ms \times \Delta t$$

sendo:

PCS: poder calorífico superior (cal/g);

Ma: massa de água utilizada no calorímetro (g);

Δt: gradiente de temperatura antes e após a combustão (°C);

K: constante do calorímetro (g); e

Ms: massa seca da amostra (g).

Os dispêndios energéticos foram estimados para 30 anos de duração da cultura, sendo que os anos analisados de implantação, formação e de exploração do seringal foram divididos em função da produtividade do látex que corresponde à variação de níveis de produção do período analisado.

A saída energética considerada foi a de

produção física de kg de coágulo de látex obtido e multiplicada pelo seu poder calorífico em 71,19 cal/kg, ou 0,03 MJ.

Para análise de eficiência energética, foram determinados quatro indicadores: produtividade cultural, eficiência cultural, eficiência energética e balanço energético. O primeiro mostra a quantidade de produto dividido por entradas energéticas; o segundo demonstra a relação existente entre as saídas e as entradas energéticas totais por unidade de área; o terceiro mostra a razão entre as saídas energéticas e as entradas de energias não renováveis; e o último indicador demonstra as energias totais menos as entradas de energia não renováveis.

## 5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados dos dispêndios energéticos apresentados na tabela 2 são por tipo, fonte e forma de energia bruta nos anos de implantação, até o ano 6 das seringueiras.

TABELA 2 – Dispêndio energético por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de produção de heveicultura, período do ano 2 ao 6

(em MJ.ha<sup>-1</sup>)

Itens de dispêndios energéticos	Implantação/MJ	%	Ano 2/MJ	%	Ano 3/MJ	%	Ano 4/MJ	%	Ano 5/MJ	%	Ano 6/MJ	%
<b>Energia direta biológica</b>												
Mão de obra	794,81	3,30	116,26	3,84	96,82	4,36	88,41	0,93	62,68	0,69	19,49	0,35
<b>Subtotal</b>	<b>794,81</b>	<b>3,30</b>	<b>116,26</b>	<b>3,84</b>	<b>96,82</b>	<b>4,36</b>	<b>88,41</b>	<b>0,93</b>	<b>62,68</b>	<b>0,69</b>	<b>19,49</b>	<b>0,35</b>
<b>Energia direta fóssil</b>												
Combustível	7.760,64	32,60	880,48	29,06	916,00	41,23	688,06	7,23	612,78	6,78	353,97	6,40
Graxa	264,89	1,10	2,34	0,08	2,34	0,11	1,95	0,02	1,95	0,02	1,17	0,02
Óleos	2,12	0,00										
<b>Subtotal</b>	<b>8.027,65</b>	<b>33,70</b>	<b>882,82</b>	<b>29,14</b>	<b>918,34</b>	<b>41,33</b>	<b>690,01</b>	<b>7,25</b>	<b>614,73</b>	<b>6,80</b>	<b>355,14</b>	<b>6,42</b>
<b>Energia Indireta industrial</b>												
Máquinas e implementos	13.231,32	55,60	1.493,08	49,29	328,08	14,77	7.429,89	78,04	6.674,12	73,83	3.805,24	68,77
Defensivos agrícolas	1.406,80	5,90	534,71	17,65	534,67	24,06	1.309,90	13,76	1.343,60	14,86	1.347,98	24,36
Fertilizantes químicos	341.057,00	1,40	2,56	0,08	343,95	15,48	2,56	0,03	345,29	3,82	5,13	0,09
<b>Subtotal</b>	<b>14.979,69</b>	<b>62,90</b>	<b>2.030,35</b>	<b>67,02</b>	<b>1.206,70</b>	<b>54,31</b>	<b>8.742,35</b>	<b>91,82</b>	<b>8.363,01</b>	<b>92,51</b>	<b>5.158,35</b>	<b>93,23</b>
<b>Total</b>	<b>23.802,15</b>	<b>100,00</b>	<b>3.029,43</b>	<b>100,00</b>	<b>2.221,86</b>	<b>100,00</b>	<b>9.520,77</b>	<b>100,00</b>	<b>9.040,42</b>	<b>100,00</b>	<b>5.532,98</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

No ano de implantação, os maiores dispêndios energéticos referem-se ao item máquinas e implementos (55,6%) em função das operações de preparo de solo para o plantio da cultura; no total, a energia indireta industrial corresponde a 62,9%. Outro dispêndio significativo é a energia direta fóssil (o item combustível corresponde a 32,6% dos dispêndios totais nessa fase da cultura), usada principalmente para o preparo do solo. Em outro trabalho com cultura perene, Turco, Esperancini e Bueno (2012) demonstram que também há um elevado gasto energético na implantação de café, principalmente com uso de máquinas e implementos agrícolas para o preparo do solo.

Nos anos de formação, do 2º ao 6º ano da cultura, a utilização de roçadeira para manter a área limpa e a utilização de pulverizações principalmente no 4º ano fizeram com que o gasto energético com máquinas e implementos fossem de 78,04%, seguido por defensivos no 3º e 6º anos, com 24,06% e 24,26%, respectivamente.

Os fertilizantes, com 15,48% no 3º ano, foram os maiores gastos. A mão de obra, com 116, 26 MJ.ha<sup>-1</sup> no 2º ano, mostrou-se elevada, pois houve necessidade de desbrota e combate à formiga. No período de formação, o maior gasto energético foi o ano 4, com 9.520,77 MJ.ha<sup>-1</sup>, enquanto o menor foi o 3º ano, com 2.221,89 MJ.ha<sup>-1</sup>. Do 5º para 6º ano, a utilização de máquinas e implementos caiu um pouco mais da metade e os defensivos aumentaram 10%.

Quando se analisa a tabela 3, os dispêndios energéticos da exploração do seringal no período do 7º ao 10º ano mostraram que a mão de obra vai se elevando devido ao aumento das sangrias, principalmente no 10º ano, com 47,61%.

Os gastos com energia indireta industrial de máquinas e implementos diminuem com variáveis percentuais de 15,20% a 20,87% nesse período. Já os defensivos se mantêm numa constante e a cultura está sempre em manutenção de prevenção contra pragas e doenças principalmente nos anos 7 a 9 da exploração.

TABELA 3 – Dispêndios energéticos por tipo, fonte e forma de energia bruta do sistema de produção da heveicultura, período do ano 6 ao 10

(em MJ. ha<sup>-1</sup>)

Itens de dispêndios energéticos	Ano 7/ MJ	%	Ano 8/ MJ	%	Ano 9/ MJ	%	Ano 10/ MJ	%
<b>Energia direta biológica</b>								
Mão de obra	890,21	25,85	886,03	28,39	933,64	26,28	1.952,86	47,61
<b>Subtotal</b>	<b>890,21</b>	<b>25,85</b>	<b>886,03</b>	<b>28,39</b>	<b>933,64</b>	<b>26,28</b>	<b>1.952,86</b>	<b>47,61</b>
<b>Energia direta fóssil</b>								
Combustível	389,49	11,31	402,18	12,88	437,70	12,32	402,18	9,81
Graxa	1,17	0,03	1,17	0,04	1,17	0,03	1,17	0,03
<b>Subtotal</b>	<b>390,66</b>	<b>11,34</b>	<b>403,35</b>	<b>12,92</b>	<b>438,87</b>	<b>12,35</b>	<b>403,35</b>	<b>9,83</b>
<b>Energia indireta industrial</b>								
Máquinas e implementos	588,49	17,09	651,37	20,87	678,27	19,09	623,58	15,20
Defensivos agrícolas	1.231,43	35,75	1.177,05	37,71	1.158,07	32,60	1.115,42	27,19
Fertilizantes químicos	343,48	9,97	3,48	0,11	343,48	9,67	6,41	0,16
<b>Subtotal</b>	<b>2.163,40</b>	<b>62,81</b>	<b>1.831,90</b>	<b>58,69</b>	<b>2.179,82</b>	<b>61,36</b>	<b>1.745,41</b>	<b>42,55</b>
<b>Total</b>	<b>3.444,27</b>	<b>100,00</b>	<b>3.121,46</b>	<b>100,00</b>	<b>3.552,33</b>	<b>100,00</b>	<b>4.101,62</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

### 5.1 – Indicadores Energéticos

Na figura 1 nota-se que a energia direta de fonte biológica no ano 7 de exploração começa a aparecer com mais expressão, atingindo no ano 10 o seu maior valor de dispêndios energéticos, enquanto nos anos 4 a 6 não houve uma importância significativa. Para a energia direta de fonte fóssil, os maiores dispêndios constam na implantação e nos anos 2 e 3. A energia indireta de fonte industrial se mantém elevada no período de implantação até o ano 9, caindo no ano 10.

Para avaliar a saída energética, foram utilizados os resultados obtidos do conteúdo energético do coágulo de látex, obtido por meio do PCS, sendo de 71,19 cal/kg ou 0,03 MJ/kg.

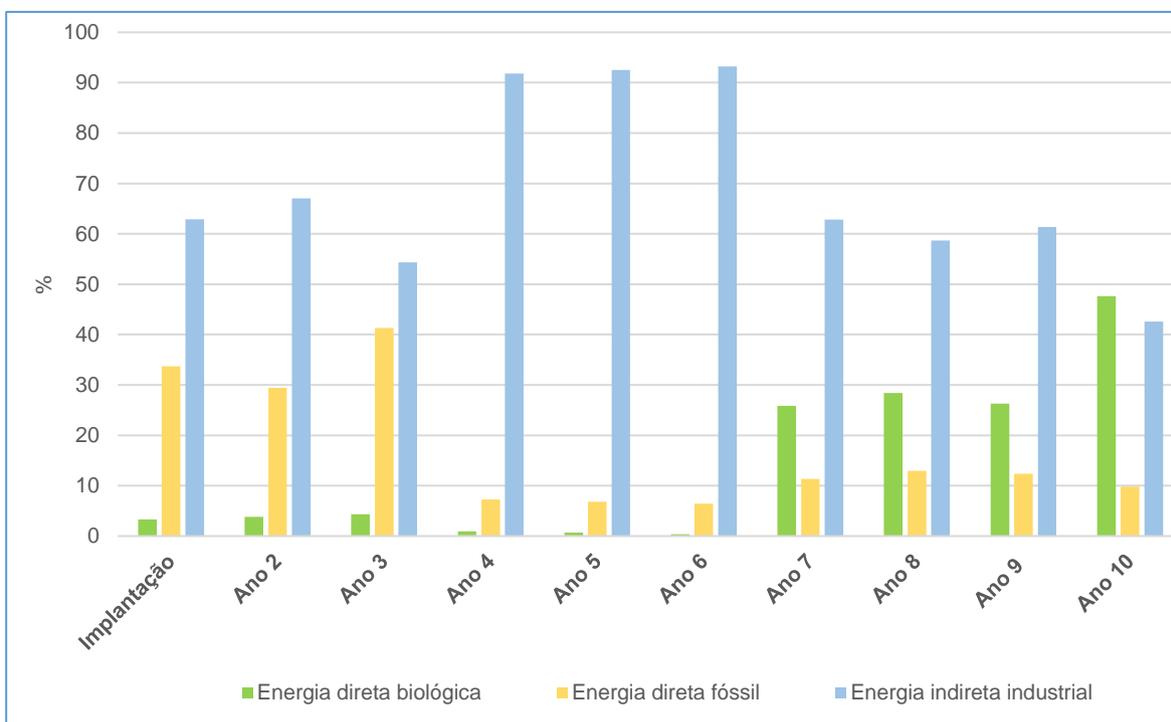
A partir desse dado, verificou-se que o sistema de produção de látex apresentou uma saída energética de produção de 1.742,25 MJ.ha<sup>-1</sup>. No tempo de duração total da cultura, as entradas energéticas não renováveis foram de 21.191,92 MJ.ha<sup>-1</sup>, e o valor total de entradas energéticas totalizaram 149.399,69 MJ.ha<sup>-1</sup>.

Na tabela 4 são apresentados os valores dos dispêndios energéticos totais, das saídas energéticas, do total de energias não renováveis

e da produção.

A produtividade cultural foi de 0,388 kg.MJ<sup>-1</sup>. O valor obtido para a eficiência cultural foi de 0,01 unidade energética para produzir um kg de látex, o que significa que existe um maior consumo de insumos para uma menor produtividade, ou seja, maior entrada para uma menor saída de energia. O balanço energético, que mostra a diferença entre as energias totais e “entradas” de energia não renováveis, foi positivo, de 128.208,77 MJ ha.

Com relação à eficiência energética, o valor obtido foi de 7,05 unidades de energia não renováveis aplicadas no sistema de produção da seringueira. Esse valor indica que a relação entre o somatório das energias totais e o somatório das entradas de energia não renováveis é positivo. Vê-se, portanto, que o consumo de energia direta de origem fóssil é significativo nos sistemas de produção. Considerando-se o índice de eficiência energética como um indicador de sustentabilidade, uma vez que em sua formulação esse índice considera somente as entradas energéticas não renováveis e que esse índice é superior a uma unidade, pode-se dizer que é sustentável do ponto de vista energético.



**Figura 1** – Dispêndios energéticos em energia bruta do sistema de produção da heveicultura, do ano 6 ao 10.

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 4 – Estimativa das entradas, saídas energéticas, entradas energéticas não renováveis e quantidade de produto do sistema de produção de coágulo de látex (em MJ.ha<sup>-1</sup>)

Ano	Entradas energéticas	Saídas energéticas	Entradas energéticas não renováveis	Quantidade de produtos (em kg)
Implantação	23.802	0	8.028	0
2	3.029	0	883	0
3	2.222	0	918	0
4	9.521	0	690	0
5	9.040	0	615	0
6	5.533	0	355	0
7	3.444	26	391	875
8	3.121	47	403	1.575
9	3.552	60	439	2.000
10	4.102	74	403	2.475
11	4.102	77	403	2.550
12	4.102	81	403	2.700
13	4.102	84	403	2.800
14	4.102	77	403	3.200
15	4.102	81	403	3.200
16	4.102	84	403	3.200
17	4.102	96	403	3.200
18	4.102	96	403	3.200
19	4.102	96	403	3.200
20	4.102	96	403	3.200
21	4.102	96	403	2.800
22	4.102	96	403	2.800
23	4.102	84	403	2.700
24	4.102	81	403	2.550
25	4.102	77	403	2.475
26	4.102	74	403	2.000
27	4.102	60	403	1.575
28	4.102	47	403	875
29	4.102	26	403	875
30	4.102	26	403	875
<b>Total</b>	<b>149.400</b>	<b>1.742</b>	<b>21.192</b>	<b>56.900</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

## 6 – CONCLUSÃO

Os resultados obtidos apontam que o uso de energia indireta industrial são os maiores gastos energéticos nos dez primeiros anos da cultura, os gastos da energia direta fóssil são os maiores nos três primeiros anos, e o uso de energia direta biológica começa a ser mais representativa a partir do décimo ano.

As análises dos indicadores energéticos demonstraram que o sistema de produção de látex

apresentou uma saída energética de produção de 1.742,25 MJ.ha<sup>-1</sup>. Subestimando-se os 30 anos da cultura, as entradas energéticas não renováveis foram de 21.191,92 MJ.ha<sup>-1</sup>. Os valores totais de entradas energéticas somaram 149.399,69 MJ. ha<sup>-1</sup>. Assim, o balanço energético mostrou-se positivo para produção do látex.

Destaca-se, ainda, que os resultados deste artigo podem subsidiar informações para futuros trabalhos nessa linha de pesquisa.

## LITERATURA CITADA

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

BRASIL. Balanço energético nacional 2011. Brasília: MME, 2012. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-131/topico-102/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%202012.pdf>. Acesso em: 2 mar 2021.

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

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

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

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.

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

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

FRANCISCO, V. L. F. dos S., BUENO, C. R. F.; BAPTISTELLA, C. da S. L. A cultura da seringueira no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 9, p. 31-42, set. 2004.

FRANCISCO, V. L. F. dos S. et al. LUPA 2007/2008 e a cultura da seringueira no Estado de São Paulo. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 4, n. 10, p. 1-6, out. 2009.

INNOCENTE, A. F. Análise energética da aplicação de torta de filtro na substituição parcial da adubação inorgânica sintética da cana-de-açúcar. 2015. 126p. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu/SP: UNESP, 2015.

MARTIN, N. B.; ARRUDA, S. T. Rentabilidade da cultura da seringueira. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 22, n. 7, p. 37-65, jul. 1992.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. D.; SEIXAS, F. Análise energética de dois sistemas mecanizados na colheita de eucalipto. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v.70, p.49-57, 2006.

OLIVEIRA, M. D. M. et al. Custo de Implantação, Produção e Rentabilidade do Cultivo da Seringueira no Estado de São Paulo, 2016. **Informações Econômicas**, SP, v. 47, n. 1, jan./mar., 2017.

RAJAGOPAL, R et al. Effect of judicious ethephon application on yield response of *Hevea brasiliensis* (Clone RRIL 105) under 1/2 S d/3 6d/7 tapping system. *Journal of Rubber Research*, v.7, p.138-147, 2004.

SERRA, G. E.; MOREIRA, J. R.; GOLDEMBERG, J. Avaliação de energia investida na fase agrícola de algumas culturas. Brasília, Secretaria de Tecnologia Industrial – Ministério da Indústria e Comércio, 1979. 86p.

SIQUEIRA, R.; GAMERO, C.A.; BOLLER, W. Balanço de energia na implantação e manejo de plantas de cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.19, n.1, p.80-89, 1999.

TOLEDO, P. E. N. de; GHILARDI, A. A. Custo de produção e rentabilidade do cultivo da seringueira no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 30-35, maio 2000.

TURCO P. H. N.; ESPERANCINI, M, S, T.; BUENO O, C eficiência energética da produção de café orgânico na região sul de Minas Gerais Energ. Agric., Botucatu, vol. 27, n.2, abril-junho, 2012, p.86-95.

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.

VIEIRA, G. Avaliação energética e custo de produção da cana – de – açúcar (*Saccharum*) do preparo de solo ao 5º corte. 2007. 104p. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômica, Botucatu/SP: UNESP. 2007.

### **DISPÊNDIOS ENERGÉTICOS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA SERINGUEIRA**

**RESUMO:** O balanço energético visa estabelecer os fluxos de energia, identificando a demanda total e eficiência, refletida pelo ganho líquido e pela relação saída/entrada. O objetivo deste estudo é analisar o desempenho energético da heveicultura por meio de indicadores como eficiência cultural, produtividade cultural e eficiência energética e balanço energético. Foram utilizados dados das matrizes de coeficientes técnicos e exigências físicas de fatores de produção para a borracha no estado de São Paulo. Os resultados apontam que a eficiência energética obtida foi de 7,05 unidades de energia não renováveis aplicadas no sistema de produção da seringueira. Esse valor indica que a relação entre o somatório das energias totais e o somatório das entradas de energia não renováveis é positiva.

**Palavras-chave:** balanço energético, eficiência energética, seringueira.

### **ENERGY EXPENDITURES IN THE RUBBER TREE PRODUCTION SYSTEM**

**ABSTRACT:** The energy balance aims to establish the energy flows, identifying the total demand and efficiency, reflected by the net gain and the output / input ratio. The objective of this study is to analyze the energy performance of rubber cultivation using indicators such as Cultural Efficiency, Cultural Productivity and Energy Efficiency and Energy Balance. We used data from the hues of technical coefficients and physical requirements of production factors for rubber in the State of São Paulo. The results show that the Energy Efficiency obtained was 7,05 units of non-renewable energy applied in the energy system. rubber production, this value indicates that the relationship between the sum of total energies and the sum of non-renewable energy inputs is positive.

**Key-words:** energy balance, energy efficiency, rubber.

---

Recebido em 19/05/2021. Liberado para publicação em 03/03/2022.

**COMO CITAR**

TURCO, P. H. N.; OLIVEIRA, M. D. M.; GONÇALVES, E. C. P.; GRIZOTTO, R. K. Dispendios energéticos no sistema de produção da seringueira. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 52, eie032021, 2022. DOI: <https://doi.org/10.56468/1678-832X.eie0321.2022>