

A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA CANA-DE-AÇÚCAR, GIRASSOL, MAMONA E SORGO PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA NAS DIFERENTES REGIÕES DO RIO GRANDE DO SUL.

TATTO, Francis Radael¹; MENEZES, Gabrielito R.²; CANEVER, Mário Duarte³

¹ Acadêmico de Agronomia e Bolsista Iniciação Científica – FAEM/ UFPel.

² Mestrando em Economia Aplicada pelo Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercado PPGOM - UFPel.

³ Prof. ° PhD. Deptº de Ciências Sociais Agrárias – FAEM/UFPel.
Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96.010-900.

francisradael@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A partir da crise energética da década de 70 do século XX, houve um despertar para o estudo da eficiência energética nos mais diversos setores da economia. Isto por que, a otimização do uso de matérias-primas energéticas se faz necessária para o aumento da eficiência produtiva, reduzindo assim custo e impactos ambientais.

Neste sentido, muitos autores têm desenvolvido estudos dos sistemas de produção agrícola para, por exemplo, determinar a eficiência energética de culturas como o milho (PIMENTEL, 1983), bem como para estimar os diferentes níveis de tecnologia de produção e as possíveis áreas de investimentos estratégicos para o setor energético no futuro (BUAINAIN & BATALHA, 2007). Além destes, o estudo precursor envolvendo a temática da agroenergia no Brasil foi liderado por Berardi (BERARDI, 1978), o qual revelou que na produção do trigo os usos de insumos que demandam altas quantidades de energia promovem maiores rendimentos do que aqueles que demandam menor quantidade de energia.

Em Passo Fundo-RS, SANTOS et al. (2001), desenvolveram avaliação da conversão e balanço energético de sete sistemas de rotação de culturas envolvendo a aveia branca, a cevada, a ervilhaca, o linho, o tremoço e o trigo, durante nove anos, mostrando que estes sistemas, para a maioria dos anos, foram energeticamente mais eficientes do que as rotações baseadas no trigo/soja ou no pousio/soja.

O presente trabalho tem por objetivo construir um índice de eficiência energética para diferentes culturas que apresentam potencial de serem boas fontes energéticas (cana-de-açúcar, girassol, mamona e sorgo) em dois sistemas de produção – o baseado no plantio direto e o baseado na produção orgânica.

A proposta é identificar a partir dos dados atuais de área plantada, área colhida e produção o potencial de eficiência energética das regiões do estado do Rio Grande do Sul para estas culturas. Tal estudo propiciará informações relevantes para os decisores públicos e privados tomarem decisões estratégicas, pois identifica as regiões mais energeticamente eficientes no estado.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Para estimar a eficiência energética das culturas cana-de-açúcar, girassol, mamona e sorgo no Rio Grande do Sul utilizaram-se dados da Área Plantada e Colhida (ha) e da produção(t/ha) dos 497 Municípios do Estado no

período de 2005 a 2008 fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2010).

Essas culturas foram escolhidas por que são utilizadas como fonte de energia em processamento industrial, não existindo até o momento estudos que apontem seu grau de eficiência energética em sistemas produtivos nas diferentes regiões do estado.

Para isso, foram considerados dois sistemas de produção agrícolas: 1) Agricultura Moderna em Sistema de Plantio Direto-SPD, conforme (SBCS, 2004) e 2) Agricultura Orgânica, de acordo com (EHLERS, 1999).

Para quantificar a *Energia de Entrada (Inputs)*, nos dois sistemas produtivos, foram utilizados dados das recomendações agrônômicas da EMBRAPA (EMBRAPA, 2010) conforme cada uma das quatro culturas, dividindo-os em *Energia Direta*: agroquímicos (Kg.ha^{-1}), sementes (Kg.ha^{-1}), mão-de-obra ($\text{dia. homem. ha}^{-1}$), combustíveis (L.ha^{-1}) e *Energia Indireta*: mecanização ($\text{h.máquina. ha}^{-1}$). Multiplicando-se cada um destes insumos pelos respectivos Coeficientes de Energia ¹ gastos na sua obtenção ou uso. Por exemplo, após transformar as quantidades de insumos em unidades de energia, o total de energia na implantação de uma cultura seria dado em *mega joules* assim distribuídos: MJ. kg^{-1} gastos com sementes, MJ.L^{-1} gastos com herbicidas, MJ.dia.homem^{-1} gastos com mão-de-obra.

Para a *Energia de Saída (Outputs)* dos dois sistemas produtivos, utilizamos dados da Quantidade Produzida (em toneladas), de cada uma das culturas, multiplicando-se pelo teor energético (MJ. Kg^{-1}) potencial de cada cultura.

A partir daí os cálculos do Índice de Balanço Energético (IBE) foram estimados dividindo-se a quantidade de *Energia de Saída* pela quantidade de *Energia de Entrada*, conforme a equações abaixo.

$$IBE = \frac{\text{Energia de Entrada} - \text{Outputs}}{\text{Energia de Saída} - \text{Inputs}}$$

Equação 01. Cálculo do Índice de Balanço Energético.

Com o auxílio dos *Softwares Excel* e *GeoDa*, foi possível realizar o Balanço Energético para as quatro culturas em questão, sendo que os resultados estão expressos de forma adimensional. Obviamente, quanto maiores forem os valores de IBE, mais eficiente energeticamente é um município ou região na atividade em questão. Regiões que não apresentaram produção de uma determinada cultura têm IBE igual a zero.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Índices de Balanço Energético para as culturas de cana-de-açúcar, girassol, mamona e sorgo no Estado do Rio Grande do Sul para o período de 2005 a 2008, apresentaram os seguintes resultados para as 7 Mesorregiões.

¹ A quantidade de Energia de um Sistema qualquer, é expressa em Mega Joule (MJ). No caso de um Sistema produtivo vegetal, equivale a toda quantidade de energia que entra e/ou sai da lavoura produtiva, (*Inputs* e *Outputs*), conforme definido anteriormente. Para os Coeficientes de Energia de entrada a unidade a ser considerada é MJ. Kg^{-1} ou MJ. L^{-1} dependendo do insumo utilizado

Tabela 01. Índice de Balanço Energético para o Sistema de Plantio Direto nas 4 culturas analisadas, para o ano de 2005 a 2008 nas 7 Mesorregiões do RS.

	2005				2006				2007				2008			
	CANA	GIRASSOL	MAMONA	SORGO												
Rio Grande do Sul	16,83	2,35	0,29	2,29	22,03	2,41	0,16	3,5	26,07	2,54	3,24	4,4	25,35	3,04	24,43	4,71
Noroeste	18,43	2,34	0	4,5	23,27	2,43	0,10	4,9	28,06	2,58	3,04	4,8	27,68	3,15	6,51	5,86
Centro Ocidental	18,73	3,26	0	2,34	21,96	2,45	0	3,5	25,46	2,97	2,75	3,9	23,68	2,66	21,7	7,54
Sudoeste	26,39	0	0,97	2,12	30,22	1,79	0	3,2	31,48	2,17	1,86	4,5	28,9	2,15	10,39	4,49
Metropolitana	15,93	0,94	0	3,14	22,85	1,6	0	3,6	23,84	3,21	2,66	3,9	22,27	3,52	189,9	3,7
Sudeste	10,86	0	0,2	1,54	11,31	0	1,12	3,8	13,07	2,72	3,64	3,9	12,3	5,4	71,06	3,9
Nordeste	9,96	0	0	0	17,7	2,67	0	3,3	18,56	3,28	1,88	3,3	18,27	72,07	638,2	1545
Centro Oriental	9,74	0	0	4,32	14,54	2,23	0	4	19,03	2,36	1,4	5,8	18,72	5,68	3,49	6,13

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme a Tabela 01, podemos observar que as Mesorregiões Sudoeste Rio Grandense e Centro-Ocidental foram as que apresentaram maior IBE para a cana-de-açúcar. No caso da Mamona, a Mesorregião com maior IBE é a Sudoeste Rio Grandense em 2005, mas logo perde hegemonia para o Sudeste Rio Grandense e para a Mesorregião Nordeste, a qual teve um ganho energético extraordinário no último ano da série.

Tabela 02. Índice de Balanço Energético para o Sistema de Agricultura Orgânica nas 4 culturas analisadas, para o ano de 2005 a 2008 nas 7 Mesorregiões do RS.

	2005				2006				2007				2008			
	CANA	GIRASSOL	MAMONA	SORGO	CANA	GIRASSOL	MAMONA	SORGO	CANA	GIRASSOL	MAMONA	SORGO	CANA	GIRASSOL	MAMONA	SORGO
Rio Grande do Sul	198,69	8,4	71,2	657,2	260	8,62	352,5	1014,5	307,7	9,1	824,51	1271,9	311,66	11,12	1104,1	1180,2
Noroeste	217,62	8,38	0	1290	274,8	8,69	474,5	1401,1	331,2	9,22	955,52	1389,7	323,99	11,03	1408,2	1220,7
Centro Ocidental	221,07	11,7	0	670,5	259,2	8,79	0	1002,6	300,5	10,64	676,45	1105,2	315,07	10,87	858,47	480,69
Sudoeste	311,59	0	237	607,2	356,8	6,41	0	910,5	371,6	7,79	481,25	1301,8	378,82	11,59	1098,5	1253,2
Metropolitana	188,03	3,37	0	900,9	269,8	5,73	0	1024,4	281,5	11,5	647,06	1105,2	304,17	11,26	1271,2	1140,5
Sudeste	128,15	0	48,7	441	133,5	0	271,2	1099	154,3	9,72	886,29	1113	164,91	11,65	707,93	1109,2
Nordeste	117,53	0	0	0	209	9,56	0	936,56	219,1	11,73	488,07	936,56	267,35	17,92	0	0
Centro Oriental	114,97	0	0	1241	171,7	7,98	0	1145	224,7	8,47	366,05	1665,2	248,72	12,9	1089,6	1595,5

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com a Tabela 02, podemos notar que para o Sistema de Produção Orgânica, a tendência do IBE para as quatro culturas é o mesmo do sistema de plantio direto quando observa-se a eficiência em uma perspectiva regional. O que chama a atenção, no entanto é a magnitude da eficiência energética do sistema de produção orgânico, o qual apresenta índices muito superiores àqueles do sistema de plantio direto.

Cabe ressaltar o rápido crescimento do IBE para a Mamona. Isto se deve ao melhoramento vegetal e a rápida aceitação do seu plantio principalmente na

Mesorregião Noroeste Rio-Grandense onde o seu plantio se tornou mais intenso conforme dados da EMBRAPA (EMBRAPA, 2010).

4 CONCLUSÕES

Para as 7 Mesorregiões analisadas, nota-se que o IBE das quatro culturas, é maior no Sistema de Produção Orgânica do que no Sistema de Plantio Direto pelo fato de utilizar menos insumos industrializados (agroquímicos em geral, por exemplo).

Isto contribui para uma menor entrada de energia, fazendo com que a relação Output/Input seja então alta, indo ao encontro dos resultados obtidos por Pimentel em 1983 no México.

Nota-se assim que para as culturas em questão, o Sistema de Produção Orgânica é o mais indicado na implantação de Sistema Agroenergético, visto que além de diminuir o uso de agroquímicos industrializados, é o mais viável para as pequenas propriedades que utilizam agroquímicos naturais oriundos de outras atividades. Este sistema poderia ser adotado para Microrregiões em que o número de minifúndios é maior, por exemplo.

Por outro lado, para a implantação de um Sistema Agroenergético em larga escala, talvez seja mais interessante o uso do Sistema de Plantio Direto, uma vez que isto pode tornar o uso do solo mais sustentável, podendo ser implantado em Microrregiões com maior número de latifúndios ou de agricultura mais desenvolvida.

5 REFERÊNCIAS

BERARDI, G. M. **Organic and conventional wheat production: examination of energy and economics.** Agro-ecosystems, v.4, n.3, p.367-376, 1978.

BUAINAIN, A.M. & BATALHA, M.O. (coordenadores). **Cadeia Produtiva da Agroenergia.** V.3 Brasília: IICA: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola - MAPA/SPA, 2007.

EHLERS, E. **Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma.** - 2ª Ed.-Guaíba: Agropecuária, 1999. 157p.

EMBRAPA, **Recomendações Técnicas para a cultura da cana-de-açúcar, girassol, sorgo e mamona.** Disponível no site: WWW.EMBRAPA.BR.

PIMENTEL, D., BERARDI, G., FAST, S. **Energy efficiency of farming systems: organic and conventional agriculture.** Agriculture, Ecosystems and Environment, n.9, p.359 – 372, 1983.

SANTOS, H. P.; BARRENECHE LHAMBY, J. C.; IGNACZAK, J. C.; SCHNEIDER, G. A. **Conversão e balanço energético de sistema de sucessão e de rotação de culturas.** Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.2 p.191-198, 2001.

SBCS, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** Comissão de química e Fertilidade do Solo - 10ª ed.- Porto Alegre, 2004.