

INTRODUÇÃO

Balanços energéticos na agricultura computados podem sofrer mudanças drásticas, dependendo do grau de mecanização, produtividade de mão-de-obra, ou mesmo da metodologia usada no cálculo de consumo por mão-de-obra. O motivo desta apresentação é elaborar um dos métodos já usados, criticá-los e propôr estabelecer umas "regras de jogo" para a realidade brasileira.

O SISTEMA

Como FINCH (1963) apresentou, a energia nos insumos na agricultura pode ser classificado em ordens. Na primeira ordem são aqueles insumos aplicados diretamente, tais como:

- Combustível
- Fertilizante
- Outros químicos (pesticidas etc.)
- Alimento para mão-de-obra
- Rações para animais de tração etc.

Seus valores energéticos são bem definidos, até indiscutíveis com exceção da mão-de-obra, e animais de tração que variam bastante, dependendo se o cálculo é feito com: 1) capacidade instalada dos produtivos; 2) capacidade instalada dividida por produtiva e não produtivas; 3) demanda; 4) desempenho médio; 5) desempenho variável durante o trabalho etc.

A segunda ordem de insumos consta daqueles feitos para produzir a primeira ordem ou para investimentos em móveis e imóveis. Em geral, eles são combustíveis usados na fabricação de máquinas e sua distribuição, fabricação de fertilizantes e sua distribuição, fabricação de alimentícios/rações e suas distribuições, transportes de mão-de-obra, e a própria fabricação e distribuição de combustíveis usados na primeira ordem.

No nível de segunda ordem, também se observa mão-de-obra com os mesmos dilemas ao respeito à sua contabilidade energética.

E, com uma simples investigação, pode-se verificar, além da primeira ordem, e segunda ordem, que existe a terceira ordem e até a ordem n, onde n representa o número de níveis a considerar.

Em teoria, n pode chegar à infinidade, mas em prática a ordem de magnitude de erros, em estimativas de energia em insumos agrícolas, é muito pequena de pois de n = 3, e não compensa levar os cálculos às demais ordens.

FIGURA 1

Objetivo	Ordem de Insumos	2 Ordens de Insumos	Nº de Ordem de Insumos
Produção Agrícola	- Combustíveis	C, F, P, A, R, O, E	C, F, P, A, R, O, E
	- Fertilizantes	C, F, P, A, R, O, E	
	- Pesticidas	C, F, P, A, R, O, E	
	- Alimentos de Mão-de Obra	C, F, P, A, R, O, E	
	- Rações animais de Tração	C, F, P, A, R, O, E	
	- Outros químicos	C, F, P, A, R, O, E	

(\*) Engº Agrícola, MS, Consultor ao Convênio IICA/EMBRAPA, CNPMS, Sete Lagoas Minas Gerais

ou - etc.  
(7 itens)

C, F, P, A, R, O, E  
(7 x 7) itens

(7)<sup>n</sup> itens

## A CONTABILIDADE

PIMENTAL (1793) usou um cálculo particularmente conservador nos seus balanços energéticos. Ele calculou o consumo para mão-de-obra baseado no consumo por trabalhador durante o período de trabalho, mesmo assim com dieta pobre. O resultado foi um valor em volta de 544 Kcal/homem-hora, ou 4.352 Kcal/dia de 8 horas.

Vêm vários argumentos a favor e contra o uso deste número gerado por Pimental. A favor, ele é um número simples, sem necessidade de fazer maiores cálculos para cada ocasião. Neste sentido, concordamos. Pimental é o autor mais citado por outros pesquisadores no assunto. Os contras são agrupados em duas categorias: social e confiabilidade técnica. Ao lado social, pode-se advogar o ponto de vista que o homem não é máquina só com direito de "combustível" nas horas de trabalho, nem escravo para ser subjugado à degregação duma vida de sobre vivência apenas. É claro que o homem do campo merece todos os confortos que a tecnologia moderna e as condições econômicas proporcionam. Então, vamos admitir que ele tenha direito às coisas básicas da vida:

1. Mulher
2. Família
3. Abrigo
4. Roupas
5. Recreação
6. Pertences materiais

Mas cada um desses itens tem o seu custo energético, como verificaremos na apresentação seguinte.

Por outro lado, nós podemos declarar que o homem do campo pertence à comunidade nacional, e que o consumo per capita nacional é o valor energético para ser incluído nos cálculos de balanços energéticos de sistema agrícolas. Esta foi a mensagem da apresentação de FLUCK (1976) nos EUA. Ele mostra, com estes números, que o balanço energético (ou eficiências no uso da energia na produção agrícola nos Estados Unidos) tem sido melhorado gradativamente durante os últimos 50 anos colacionado ao grau de mecanização em vez de piorar como os números de Pimental inferiam.

## CONSUMO BRASILEIRO

Seria interessante fazer o cálculo de consumo per capita de cada brasileiro. Energia total consumida no Brasil é equivalente a aproximadamente 100.000.000 toneladas de petróleo (IBGE 1976-77). São aproximadamente 120.000.000 brasileiros (IBGE 1976-77). Então o consumo per capita é aproximadamente 0,833 toneladas de petróleo, ou aproximadamente 8.330.000,00 Kcal/pessoa ano ou 22820 Kcal/pessoa dia.

A fórmula usada por Fluck para aplicar o consumo per capita da Nação, ao setor agrícola, é:

- e = energia consumida no sistema agrícola sendo investigado
- e = q h/py onde
- q = Kcal/pessoa ano consumo per capita
- h = pessoa hora/ano de trabalho no sistema agrícola sendo investigado.
- p = proporção de pessoas produtivas a todas as pessoas na população (ou empregados (empregados + desempregados + crianças + enfermos).

No caso do Brasil, o IBGE informou em 1975 que 29.6% dos brasileiros rurais são economicamente ativos. Outras estimativas colocam aproximadamente um terço dos brasileiros na categoria de produtivos. Então vamos fazer o nosso cálculo baseados numa proporção de 0.30.

y = horas por ano médio por trabalhador. No Brasil, considere:

52 semanas por ano  
-4 semanas de férias  
-2 semanas de feriado

---

46 semanas de trabalho

46 x 40 horas/semana = 1.840 horas por ano  
- 20 horas (motivos pessoais)

---

1.820 horas por ano

Colocando na fórmula:

e = (8.330.000,00 x h) / 0.30 x 1820  
e = 15.256,41 Kcal/pessoa-hora

Nota-se que isto é 28 vezes maior do que o caso de Pimental.

Parece-me que este número também não é próprio para a realidade brasileira. Ele implica que o consumo em armamentos, viagens, sistemas de infra-estrutura, navios espaciais etc., têm a mesma importância para o trabalhador agrícola do que no caso da população em geral. Sabemos que o trabalhador não considera assim.

### Importância de usar um Número Válido para o Consumo de Energia da Mão-de-Obra

Já falamos em casos onde o cálculo de energia de mão-de-obra criava importantes diferenças que levam até chegar às conclusões opostas. Trata-se agora de mostrar que o fator mão-de-obra no caso brasileiro, é bem mais sensível (ou, quero dizer, aceita mais a resposta de balanço energético) do que no caso dos países mais dependentes da mecanização. Vejamos:

Mesmo usando o número de Pimental, a mão-de-obra chega a representar mais de 10% de energia consumida para fins mecânicos na agricultura no Brasil. BRANDINI e FINCH (1979). Se fosse usado o método "per capita nacional médio" no cálculo, mão-de-obra representaria mais de 40%\*. Isto compara com  $5.4 \times 10^{-6}$  e 0.045% no caso dos EUA. Porém, no caso brasileiro, não se foge à conclusão: Para não introduzir erros no balanço total, é muito importante aplicar cálculos precisos e representativos da realidade para mão-de-obra.

### Um Novo Número Proposto para Consumo Energético de Mão-de-Obra Agrícola Brasileira

Já foi claro que a realidade em consumo energético não deve ser mais baixo do que a estimativa (por método de Pimental) ou mais alto do que a estimativa (por método de Fluck), 544 Kcal/h e 15256 Kcal/h trabalhada por mão-de-obra agrícola brasileira.

O que falta é relacionar a energia associada a cada atividade do trabalhador. A listagem das atividades consideradas é:

1. Alimentação de si próprio
2. Alimentação da família
3. Recreação mínima familiar
4. Gastos essenciais (roupa, preparação de comida, abrigo familiar etc.)
5. Transporte (mínimo) - para chegar ao local de trabalho
6. Prevenção social familiar
7. Educação mínima familiar

---

(\*) Aplicando a fórmula do Fluck, 70% da energia na agricultura brasileira é a mão-de-obra.

Outras regras do cálculo são:

- a. a mesma oportunidade de emprego existe em setores agrícolas e não agrícolas. Ou, em outras palavras, existe um equilíbrio de emprego entre os dois setores para a pessoa de uma definida capacitação.
- b. a demanda para mão-de-obra é elástica perante as épocas do ano. Quer dizer, se o trabalhador não acha um emprego no setor agrícola, provavelmente achará no setor não agrícola e vice-versa.
- c. energia consumida em cada emprego é da mesma ordem do que no outro.
- d. a proporção de férias durante o emprego agrícola é da mesma ordem do que para o outro emprego.
- e. sábados e domingos são contados nos dias de consumo, mas não nos dias de trabalho normal.

Reconhecemos limitações das regras e admitimos com humildade que elas não são 100% válidas. Acreditamos, porém que o seu uso facilitará algumas conclusões bem mais seguras, do que aquelas até hoje apresentadas em balanços energéticos brasileiros. Solicitamos qualquer crítica ou informação que possa contribuir no aperfeiçoamento do cálculo.

### O Cálculo do Novo Número

1. Alimentação por trabalhador foi fixada a nível de 3500 Kcal por dia, média que corresponde a um valor além da mínima dieta, mas não tanto como os mais altos dados pela literatura para homens forte de trabalho.

2. Alimentação para a família foi estabelecida na base de uma pessoa a mínimo de 2000 Kcal/dia e mais uma criança a 1500 Kcal por dia, ou -3500 Kcal total.

3. Gastos com recreação (energia elétrica para TV, energia gasta para transporte e cinema, igreja, praça de esportes etc., e mais a distribuição de custo energético para tais infra-estruturas). Estimativa feita na base deste fator chegar a ser 1%\* do consumo direto = 70 Kcal/dia.

4. Gastos essenciais são as necessidades da vida, tais como: preparação de comida, roupa, casa etc. Uma estimativa desses gastos é feita da seguinte maneira:

$$2.5 \text{ pessoas (2 adultos, 1 criança)} \times 0.06 \text{ kg gás/pessoa dia}^* \times 11.660 \text{ Kcal/kg} = 1749 \text{ Kcal/dia}^{**}$$

Casa, valor de CR\$100.000,00/25 anos e roupa familiar para trabalho e horas de recreação, valor de CR\$3.000,00/ano =

$$4000 \times 2 \text{ Kcal/CR\$}^* \div 365 = 22 \text{ Kcal/dia}$$

$$3000 \times 5 \text{ Kcal/CR\$}^* \div 365 = 41 \text{ Kcal/dia}$$

$$\text{TOTAL} = 63 \text{ Kcal/dia}$$

5. Transporte representa um gasto significativo no mão-de-obra brasileira. Às vezes, foi um item à parte, como no caso da análise de SILVA et alii (1976) Proponho, no caso, englobar um valor de transporte no número geral de gastos de energia por mão-de-obra. Isto por motivo de que as áreas mais exploradas na produção agrícola são afastadas das vilas ou centros de moradia do trabalhador.

Então, vamos julgar que esta distância seja de 5 km (ou 10 km ida e volta). Se houve casos de maiores distâncias, devem ser consideradas e calculadas

---

(\*) Estimativas de Finch baseadas em observações de colegas e fontes de dados não publicados. Junho/1979

(\*\*) Um outro cálculo baseado no consumo domiciliar rural de lenha e carvão, daria um valor 10 vezes mais! Veja Anexo A

separadamente.

Gastos em transporte também dependem do meio, do número de trabalhadores por veículo e se o motorista é trabalhador do campo ou não.

Considerando-se 10 pessoas por veículo, mais motorista não trabalhador, 10 km, 4 km/litro, 10.000, Kcal/litro e 10.000 Kcal/motorista, achamos:

$$10.000 \text{ Kcal} + \frac{10\text{km} \times 10.000 \text{ Kcal/litro}}{4 \text{ km/litro}} \div 10 \text{ pessoas} \\ = 3500 \text{ Kcal/pessoa-dia}$$

6. Prevenção social familiar representa 8% do salário do brasileiro. Aceitando a idéia de que os gastos em energia, conforme as mesmas proporções, de vemos aumentar nosso cálculo para 8%, sobre o consumo básico.

$$7500 \times 0,08 = 600 \text{ Kcal/pessoa-dia}$$

Mas vamos usar 17% deste valor ou 100 Kcal/pessoa-dia.

7. Educação mínima familiar leva em consideração que cada trabalhador tem direito de criar seus filhos com um mínimo de ensino até primeiro grau. Admitimos que o valor a ser usado é (em família de três - pai, mãe e um filho) de 80 Kcal/pessoa-dia (Nota-se que isto não é o custo total para educação - Usando alimentação de 3500 Kcal/professor  $\div$  30 alunos, já chega a 117 Kcal/aluno).

Com certeza, há críticas de forma que estes tipos de consumo são custos sociais e não devem ser descontados na agricultura. Mas devemos lembrar:

a) A população rural é flexível: não havendo necessidade de mão-de-obra no setor, a taxa de população rural/urbana ia diminuir, conforme uma redução relativa (taxa de crescimento menor do que a população geral).

b) A infra-estrutura necessária para estes trabalhadores representa investimentos especiais, devido aos locais remotos das moradias ou vilas. Realmente, é um investimento "a fundo perdido" de construir uma escola na zona rural mencionada para a população de hoje, sabendo-se que dentro de poucos anos não virá população suficiente para sua operação.

c) A população total, embora já seja uma coisa definida para um elemento de tempo de curto prazo, pode sofrer mudanças adiante dos tempos em proporção das pressões e metas sociais. Então, é perfeitamente viável imaginar que uma sociedade no longo prazo preferia controlar seu número a nível que daria um padrão de vida mais aceitável, aproveitando da sua ingenuidade e sua maquinaria para os trabalhos mais pesados, assim eliminando a necessidade de manter seres humanos em condições a baixa da dignidade do homem para tais serviços.

#### A SOMA

Então, a soma é:

- Escola .....	80
- Social .....	100
- Transporte .....	3.500
- Roupas, casa etc. ....	63
- Cozinha .....	1.749
- Recreação .....	70
- Família-alimentação .....	3.500
- A si próprio-alimentação .....	3.500
	<hr/>
	12.562 Kcal/dia

Com 40 horas efetivas por semana, o valor é 2.198 Kcal/h-trabalhador.

Compare isto com 544 do Pimental ou 15,256 Kcal/h do Fluck.

Nosso número é 4 vezes mais do que o mínimo para "combustível do trabalhador, mas 7 vezes menor do que o caso de proporcionar todos os custos da sociedade moderna sobre este trabalhador. Acreditamos que ele é mais representativo da realidade brasileira e mais justo ao trabalhador.

### LITERATURA CITADA

BRANDINI, ADHEMAR, EDWUN O. FINCH, e PAULO DA SILVA NETO, *Termo de Referência para um Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Agrícola*, EMBRAPA, 1979.

FINCH, EDWIN O.; *Man Made Inputs to Agriculture, Apresentation to Agricultural - Engineering 399*, the University of Arizona, Tucson, Arizona, 1963.

FLUCK, RICARD C., *To Evaluate Labor Energy in Food Production*, Agricultural Engineering, January, ASAE, ST Joseph, Michiganm 1976.

PIMENTEL, D. et al, *Food Production and the Energy Cúsia*, Science 182:443 - 449 1973.

SILVA, JOSE GOMES DA, GIL EDUARDO SERRA, JOSÉ ROBERTO MOREIRA, e JOSÉ CARLOS GONÇALVES, *Balanço Energético Cultural da Produção de Alcool Etilico de Cana-de-Açúcar, Mandioca e Sorgo Sacarino - Fase Agrícola e Industrial*, Brasil Açucareiro, Dezembro, 1976.

### ANEXO "A" - ENERGIA DOMICILIAR RURAL

Tipo de Combustível	Região do País					
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centroeste	Brasil
Querozene (1975*) litro/pessoa-ano*	6,63	5,05	3,18	4,45	9,73	4,48
Kcal/pessoa-dia ã 8729 Kcal/litro	159	121	76	106	232	107
Gas (GLP) (1975*) (1970) Kha/região ano*	1,2 x 10 <sup>6</sup>	4,0 x 10 <sup>6</sup>	13,8 x 10 <sup>6</sup>	5,9 x 10 <sup>6</sup>	0,3 x 10 <sup>6</sup>	23,2 x 10 <sup>6</sup>
(1970) população/região Kcal/pessoa-dia ã 12000 Kcal/kg	2,0 x 10 <sup>6</sup> 10	16,8 x 10 <sup>6</sup> 8	10,9 x 10 <sup>6</sup> 42	9,4 x 10 <sup>6</sup> 21	2,7 x 10 <sup>6</sup> 4	41,8 x 10 <sup>6</sup> 18
Lenha (1975*) m <sup>3</sup> /pessoa ano* ou aprox. kg/pessoa-ano Kcal/pessoa-dia ã 3500 Kcal/kg	1,97 591 5667	1,16 348 3337	1,50 450 4315	2,50 750 7192	1,97 591 5667	1,53 459 4401
Carvão Vegetal (1975*) kg/pessoa-ano* Kcal/pessoa-dia ã 7600 Kcal/kg	12,8 267	40,7 847	5,6 117	10,0 208	0,13 3	19,0 396
Totais Kcal/pessoa-dia ou aprox. Kcal/trabalhador dia	6113 21079	4313 14872	4550 15690	7527 25955	5906 20366	4922 16972

\* Estimativas feitas pelo "Mattiz Energetico" do Ministério de Minas e Energia em 1973. Calculos de conversão em termos de Kcal/pessoa-dia, são do autor.