



SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O CONTROLE DOS RECURSOS ENERGÉTICOS NO MEIO RURAL¹

Renato Correia De Barros¹ & Angelo Cataneo²

RESUMO: Com o fenômeno da globalização e da unificação dos mercados, novas oportunidades de negócio surgiram, exigindo dos produtores o incremento da qualidade dos serviços e o controle preciso das operações, reduzindo o custo operacional. Neste novo cenário, as propriedades rurais estão passando por grandes mudanças, transformando-se em verdadeiras empresas rurais. Cada vez mais este novo modelo econômico prima pela qualidade e pela sustentabilidade do agronegócio. Para tal, é necessário um sistema que auxilie o produtor rural a administrar o seu negócio. A maioria dos estudos está focada em levantamento financeiro e esquecem que é essencial para a agricultura definir o balanço energético e determinar a sua eficiência. Vários trabalhos propostos comparam duas formas produtivas em uma determinada região, mas não existe um estudo em nível nacional. O presente trabalho propõe um modelo de sistema de informação que abrange a parte energética do agronegócio, bem como o envio destas informações para uma base centralizada, a fim de obter o modelo energético rural brasileiro. Com isto, será possível determinar o balanço energético e as formas mais eficientes de plantio no agronegócio. O sistema proposto é dividido em dois módulos, sendo o primeiro voltado aos pequenos produtores rurais, com o intuito de ajudá-los na administração rural, disponibilizando relatórios gerenciais para que o produtor conheça o desempenho energético do sistema agrícola implantado, podendo maximizar os resultados energéticos e melhorar a eficiência da produção. O segundo módulo é composto de um software de análise de dados, recebendo os dados enviados pelos produtores e construindo uma base nacional de informação a respeito dos resultados energéticos, podendo-se comparar a eficiência dos sistemas de plantio em determinadas regiões ou realizar uma análise histórica do desempenho ao longo dos anos.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de informação, matriz energética, balanço energético.

INFORMATION SYSTEM TO ASSESS ENERGY BALANCE IN RURAL AREAS

ABSTRACT: With the phenomenon of globalization and the unification of markets, new business opportunities have emerged, requiring producers to increase service quality and precise control of operations, reducing operating cost. In this new scenario, farms are undergoing major changes, transforming themselves into true rural businesses. Increasingly, this new economic model strives for quality and sustainability of agribusiness. For such a system is needed to assist the farmer to manage your business. Most studies are focused on raising financial and forget that agriculture is essential to define the energy balance and determine its efficiency. Several studies comparing two proposed forms of production in a given region, but there is a nationwide study. This paper proposes a model of information system that covers the energy part of agribusiness, as well as sending this information to a centralized database in order to get the Brazilian rural energy model. With this, you can determine the energy balance and more efficient ways of planting in agribusiness. The proposed system is divided into two modules. The first is geared to small farmers in order to aid them in farm management, providing management reports for the producer to meet the energy performance of the agricultural system in place, the results can maximize energy and improve production efficiency. The second module consists of a software data analysis, receiving the data sent by the producers and building a national information regarding the results of energy and can compare the efficiency of cropping systems in certain regions or making a historical analysis, comparing performance over the years.

KEYWORDS: Information systems; matrix energy; energy balance.

¹ Parte da Tese de Doutorado do 1º autor intitulada: Sistema de Informação para o Controle dos Recursos Energéticos no Meio Rural

² Aluno do programa de Pós-Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura) da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), Fazenda Experimental Lageado, Rua José Barbosa de Barros, nº. 1780

- Caixa Postal 237 - CEP 18610-307. Botucatu/SP. E-mail: velocidade@gmail.com

³ Orientador e docente FCA/UNESP. Fazenda Experimental Lageado, Rua José Barbosa de Barros, nº. 1780 - Caixa Postal 237. CEP 18610-307. Botucatu/SP. E-mail: angelo@fca.unesp.br (in memoriam).

1 INTRODUÇÃO

Com a globalização e a unificação dos mercados, novas oportunidades de negócios surgiram no meio rural. É fato que com a crescente qualidade dos serviços, o pequeno produtor rural não consegue concorrer nesse mercado sem o controle preciso de suas operações e custos, visando obter produtos mais baratos e com melhor qualidade.

Para gerenciar o agronegócio e manter a sua sustentabilidade, é necessário construir um sistema de gestão integrada que contemple as necessidades do produtor rural e que permita realização de análise como um todo. Nesse contexto, um instrumento para medir a sustentabilidade do empreendimento rural é o balanço energético.

A finalidade do balanço energético é mensurar a eficiência energética, substituindo as fontes de energia não renováveis por outras renováveis, avaliando os sistemas produtivos para alcançar sistemas que requeiram menores entradas de energia e gerem uma maior saída energética (BUENO, 2006).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um software de sistema de informação para o controle energético em uma pequena propriedade rural (com até 30 hectares), de fácil utilização e capaz de fornecer informações que tragam vantagens competitivas para o produtor. O sistema poderá retransmitir os valores do balanço energético da propriedade rural para uma base centralizada (através da internet), criando um banco de dados nacional, contendo informações a respeito das culturas, valor energético, consumo e distribuição de energia e a eficiência na produção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o cálculo do balanço energético no meio rural foi montado um sistema de informação, desenvolvido em linguagem Delphi. O software abrange o agronegócio especializado no plantio de culturas, não sendo consideradas outras atividades, como a criação de animais.

Os dados necessários sobre o funcionamento de um estabelecimento rural foram colhidos em duas propriedades do estado de São Paulo (uma em Lins e outra em Oscar Bressane).

Segundo a classificação climática de Köppen-Geige (CEPAGRI, 2010), o clima das duas propriedades é o AW, isto é, clima tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. O mês mais seco tem precipitação inferior a 60mm e com período chuvoso que se atrasa para o outono.

A primeira propriedade atua na plantação e comercialização de laranja Pera. De acordo com o mapa pedológico do estado de São Paulo (Oliveira, et al., 1999) e segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), os solos da região de Lins são definidos como argissolo vermelho-amarelo eutrófico e argissolo vermelho distrófico e eutrófico, ambos cm

textura arenosa/média, relevo suavemente ondulado. São solos constituídos por argila de baixa atividade e horizonte B textural imediatamente baixo de um horizonte A ou E, fortemente arenosos. As operações de preparo de solo passam por aplicação de corretivo, aração e gradagens.

O tempo entre o plantio da muda até a primeira colheita é de aproximadamente quatro anos, e durante esse período, são necessários alguns tratamentos culturais manuais, como eliminação de brotações, poda de ramos secos e doentes, limpeza do tronco e ramos, eliminação das plantas daninhas, controle de pragas e doenças, etc.

A segunda propriedade planta e comercializa vários tipos de hortaliças e frutas, principalmente pimentão, tomate, vagem e mamão. A principal fonte de renda é o tomate, com cerca de 15.000 mudas em uma área de um hectare, que levam de dois a três meses para começar a produzir.

O município encontra-se no Planalto Ocidental, sobre rochas do grupo Bauru. Verifica-se o predomínio de LATOSSOLOS (solos com horizonte B latossólico) e ARGISSOLOS (solos com Horizonte B textural), ao lado de outros de menor expressão (QUEIROZ NETO, 1994).

As operações de manejo do tomateiro são controle de insetos, aplicação de corretivos e adubação, aração e gradagem, capinação, controle de pragas e doenças, colheita e irrigação duas vezes por semana.

2.1. Materiais

Para realização dos cálculos, as entradas energéticas foram divididas em fontes diretas (biológica do trabalho humano e dos animais, energia dos fertilizantes, corretivos e defensivos agrícolas, energia elétrica e energia dos combustíveis) e fontes indiretas (oriundas da depreciação energética das máquinas, implementos e edificações).

Os tratores, caminhões e maquinários em geral foram considerados produtos manufaturados, portanto considerados fontes indiretas. Como estes produtos industrializados eram compostos por uma carcaça de metal (industrial), por partes plásticas e pneus (fóssil), os mesmos foram classificados como objetos compostos (misto). Para calcular a energia utilizada foi necessário desmembrar os diversos tipos de entradas.

As atividades agrícolas foram agrupadas inicialmente em preparo de solo, plantio, manejo e colheita, com o detalhamento das operações:

a) Preparo do solo: realizado com o auxílio de um trator e um implemento agrícola (escarificador, arado, grade). Nesta fase também se faz as correções e em alguns casos realiza-se o controle de pragas.

b) Plantio: realizado manualmente ou como com auxílio de maquinário.

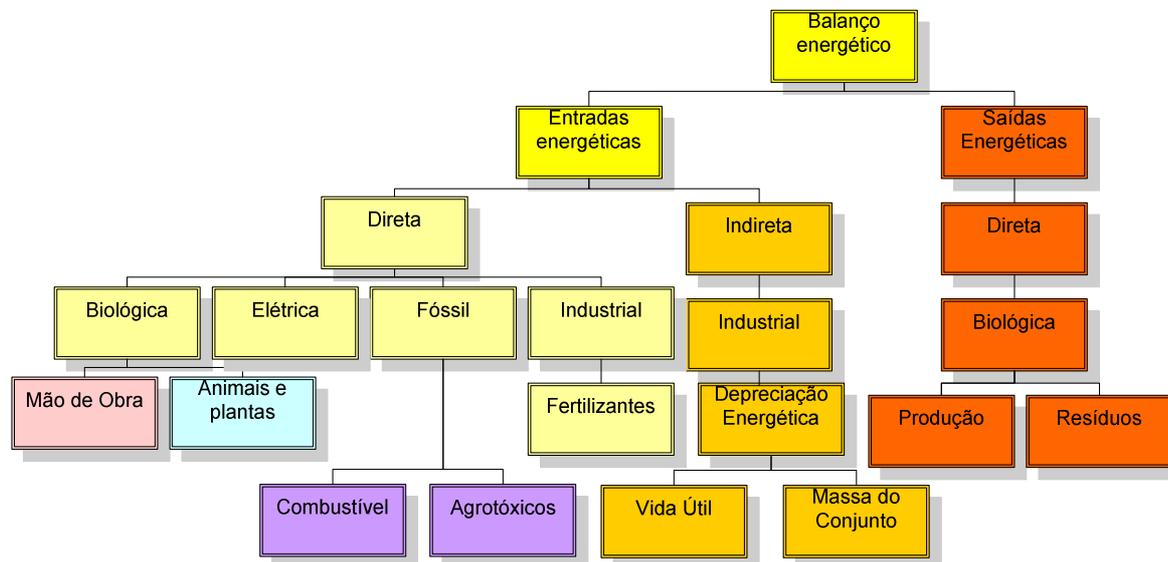
c) Manejo: operações como a capinação, pulverização, adubação e desbrota. Pode ser tarefas mecanizadas ou realizadas manualmente.

d) Colheita: operação mecanizada ou manual.

2.2. Métodos

Nesta análise, as entradas energéticas foram classificadas e quantificadas conforme a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Figura 1 - Classificação das fontes energéticas.



Fonte: elaborado pelo autor

Para realização dos cálculos, o fluxo das entradas energéticas externas foi dividido em energia direta e indireta. A energia gasta com a mão de obra do manejo da produção foi considerada energia biológica. Também foram consideradas as energias gastas com o transporte interno dos insumos e produtos.

A energia direta foi dividida em:

Biológica: oriunda dos animais utilizados no processo produtivo (por exemplo, um cavalo utilizado para tracionar um arado), plantas e adubação orgânica, etc.

Elétrica: utilizada durante a produção, como por exemplo, para movimentar as bombas de irrigação.

Fóssil: vinda do petróleo e seus derivados, como os defensivos agrícolas, combustíveis, pneus, etc.

Industrial: vinda de um produto industrializado que tem o seu valor energético utilizado diretamente na cultura, como por exemplo, os fertilizantes e o calcário.

A energia indireta é aquela que o valor energético não é utilizado diretamente na produção, mas sim calculado através da depreciação energética, como por exemplo, os tratores e equipamentos.

No cálculo das saídas energéticas foram consideradas as energias obtidas no resultado produtivo da cultura (colheita) e os resíduos produtivos que poderiam ser utilizados (bagaço, esterco, etc...). Não foi considerado nos cálculos a energia retirada do solo e a fertilidade do mesmo, que varia de região para outra. Portanto, a degradação ou a recuperação do solo pelo uso de corretivos e fertilizantes não foram consideradas nos

cálculos, sendo considerada a energia total dos fertilizantes utilizados, e se parte deste ficou no solo, não será computado pelo sistema.

2.2.1. Conversão energética

As conversões energéticas foram realizadas utilizando o método analítico de cálculo e com suas equações apresentadas nos tópicos a seguir.

2.2.1.1. Trabalho humano

Segundo Fluck (1985), itens como moradia, transporte, educação e vestuários não devem ser quantificados nos cálculos.

Para o cálculo do dispêndio energético humano foi considerado inicialmente o Gasto Energético no Repouso (GER) e como o mesmo variava de acordo com o peso, altura e idade da pessoa (BUENO, 2006), adotou-se a equação (1):

$$\text{GER} = 66,5 + (13,75 * M) + (5 * A) - (6,78 * I) \quad (1)$$

Onde:

GER = Gasto Energético no Repouso (kcal)

M = massa(kg)

A = altura (cm)

I = idade (anos)

Assim, uma pessoa de massa corporal de 90 kg, com 1,90m de altura e 31 anos de idade teria o GER igual à 2.043,82 kcal.

Também foi adotado que um indivíduo teria gastos diferenciados de energia de acordo com o tipo de

trabalho realizado. Para um indivíduo dormindo, utilizou-se a divisão do GER pelo período de tempo (24 horas). Logo, a necessidade energética de uma pessoa em repouso (NEr) é:

$$NEr = \frac{GER}{\text{período}} \quad (2)$$

Onde:

NEr = Necessidade Energética em Repouso (kcal /h)

GER = Gasto Energético no Repouso (kcal)

Período = tempo executando a atividade (h)

Quando este indivíduo exerce alguma forma de atividade física leve (NEl), o aumento no consumo energético em relação ao repouso é de 50% (equação 3). Um exemplo disso são as atividades diárias, e o trabalho leve.

$$NEl = \frac{GER}{\text{período}} * 1,5 \quad (3)$$

Onde:

NEl = Necessidade energética em atividade física leve (Kcal /h)

GER = Gasto Energético no Repouso (Kcal)

Período = tempo executando a atividade (h)

Agora, se o mesmo indivíduo executar um serviço pesado (NEp), o fator é de 100% de necessidade energética em relação ao GER. Assim, temos:

$$NEp = \frac{GER}{\text{período}} * 2,0 \quad (4)$$

Onde:

NEp = Necessidade energética em um serviço pesado (kcal /h)

GER = Gasto Energético no Repouso (kcal)

Período = tempo executando a atividade (h)

Tabela 2 - Exemplo de cálculo de gasto energético

Cálculo do trabalho	Energia (kcal)(h ⁻¹)	Horas Ocupadas (h)	Total(kcal)
Sono (8h)	84,31	8	674,48
Ocupação Profissional (8h)	126,47	8	1011,76
Não Profissional (8h)	126,47	8	1011,76
Total		24	2698,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, em 24 horas (um dia), foram considerados que uma pessoa terá 8 horas de sono, 8 horas exercendo alguma atividade profissional e terá 8 horas para realização das tarefas cotidianas, totalizando 2.698,00 kcal.

2.2.1.2. Máquinas e equipamentos

Para os cálculos energéticos dos maquinários (energia indireta, como por exemplo, o trator) foi realizada a depreciação energética proposta por Comitê (1993).

Sendo assim, a necessidade energética (NEi) de um indivíduo é dado pela equação 5:

$$NEi = \frac{GER}{\text{período}} * FT \quad (5)$$

Onde:

GER = Gasto Energético de uma pessoa em Repouso (kcal)

Período = tempo que o indivíduo executou a atividade (h)

FT = correção de acordo com o tipo de trabalho a ser realizado.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra esta relação. Os fatores foram calculados através da adaptação do trabalho de Seixas (1991):

Tabela 1 - Fator de Trabalho.

Fator trabalho	valor
Repouso	1
Trabalho leve	1,5
Atividades seculares	1,5
Trabalho pesado	2
Trabalho Extra Pesado	2,5

Fonte: Seixas,1991

Para um indivíduo apresentado no início deste tópico, que exerce 8 horas de atividade profissional leve, tem-se:

$$CE = \frac{ME+PR+CP+PM}{VU} \quad (6)$$

Onde:

CE = Depreciação ((MJ * kg) / h)

ME= Massa das máquinas e equipamentos (Kg) * Coeficiente Energético (MJ)

CP= Número de pneus * Massa (kg) * Coeficiente Energético dos pneus (MJ)

PR= Percentual de reparos (5% de ME)

PM= Percentual de manutenção (12% de (ME+PR+CP))

VU = Vida útil do equipamento em horas (h).

Para fins de cálculo, assumiu-se o Coeficiente Energético (CE) de Equipamentos proposto por Doering (1980):

Tabela 3 - Tabela de CE médio.

Equipamento	CE (Mcal * t-1)
Pneus	20.500,00
Implementos Primários (até plantio)	2.061,00
Implementos Secundários (após plantio)	1.995,00

Fonte: Doering (1980).

2.2.1.3. Combustíveis

Para os cálculos que envolvem o uso de maquinários, utilizou-se por padrão que a participação energética seria o Coeficiente Energético (CE) multiplicado pelo consumo de combustível (ou derivados).

Tabela 4 - Coeficiente Energético dos derivados de petróleo.

CE médio	Energia (Mcal*I-1)
Combustível (Diesel)	10,4424

Sendo assim, a equação (7) ficaria:

$$E_{comb} = CE * Co \tag{7}$$

Onde:

E_{comb} = Energia dos combustíveis (Mcal)

CE = Coeficiente energético do Combustível (Mcal/L)

Co = Quantidade de combustível utilizado durante a realização de uma tarefa (L).

Para a realização deste trabalho, modelou-se um sistema de informação utilizando a tecnologia de orientação a objetos da linguagem Delphi. O sistema foi dividido em duas partes: um software aplicativo Cliente, responsável pelo controle econômico e energético nas máquinas dos produtores rurais, o qual fica instalado na propriedade rural, permitindo ao proprietário rural gerenciar todo o processo produtivo; e um Servidor, responsável pelo mapeamento energético Brasileiro. A estrutura pode ser vista na Figura 1:

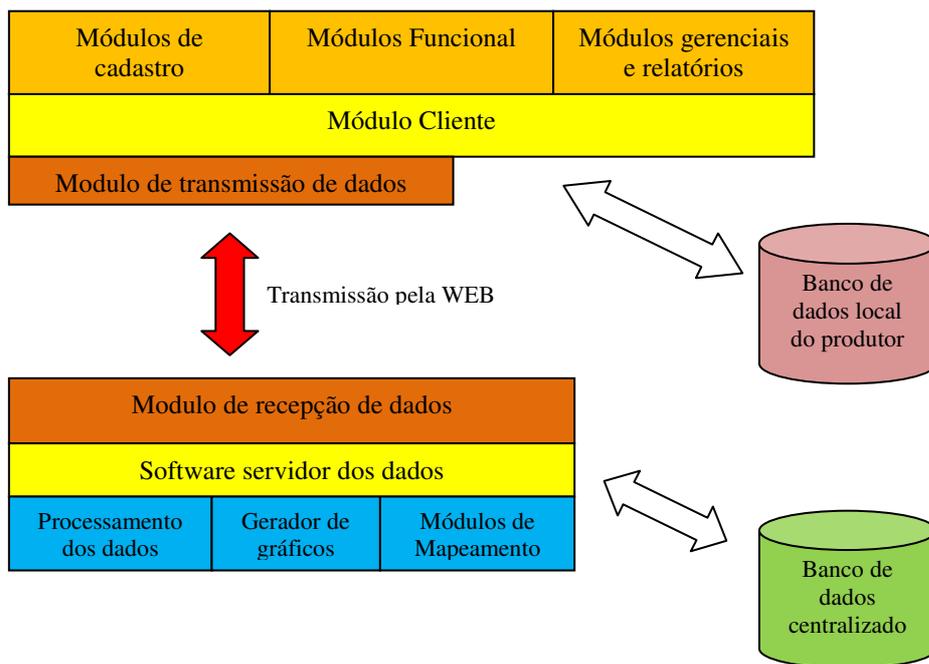


Figura 1 - Estrutura do Sistema.

Os dados colhidos nas propriedades agrícolas são, basicamente, um resumo da utilização energética/financeira nas diversas culturas. Ao fechar um ciclo produtivo, os dados são enviados para o servidor, aguardando o processamento. Quando os dados chegam ao servidor, é identificado a sua origem (região) e os dados são enviados para serem plotados em gráfico de demanda energética, segundo uma classificação inicial em energia de origem biológica, industrial e fóssil. Com base nesta classificação, será construída a avaliação da matriz energética.

Para realizar a transmissão dos dados, foi utilizado a internet via protocolo TCP/IP, enviando os dados para um webservice responsável pela recepção dos dados. A vantagem de implementar um servidor central, é que os dados seriam centralizados e as análises podem ser feitas sobre diversas culturas e regiões, possibilitando uma análise mais clara sobre a demanda e o balanço energético das diversas culturas encontradas no Brasil. Os requisitos de hardware para a instalação do sistema são um computador compatível com a plataforma Intel x86, 500 MB de memória RAM e 40 MB de espaço em disco livres.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Sistema desenvolvido possui funções que contemplam as necessidades básicas de uma propriedade rural. Ele foi testado em uma das propriedades rurais, tendo em vista que os proprietários deveriam adquirir um equipamento computacional para terem acesso ao software.

Todas as convenções, tabelas e fórmulas expostas na metodologia foram implementadas no sistema, para que fosse possível realizar os cálculos energéticos.

O sistema conta com diversos cadastros padronizados (figura 3), que facilitam a operação por parte do usuário. Todas as telas possuem um mecanismo de busca, que facilita a pesquisa por informações previamente cadastradas.

Figura 3 – Exemplo de cadastro - Gerenciamento das atividades agrícolas

Além dos cadastros, o sistema conta com diversas funcionalidades para gerenciar o empreendimento rural. Um exemplo de uma destas atividades é gerenciamento dos recursos energéticos utilizados em uma cultura (Figura 4). Se uma atividade de plantio já foi finalizada, não será possível alterar os lançamentos já realizados e

tão pouco inserir novos. Nesta tela é possível realizar os lançamentos das fases utilizadas em uma cultura, as atividades envolvidas, os serviços executados e os recursos consumidos.

Descrição da Fase	Fase	Data Início	Data Término
Preparar a terra para o plantio feijão	Preparação do Solo		
Plantar a semente do feijão	Plantio da Cultura		
Capinação do terreno	Trato da Cultura	08/10/2010	
colheita	Colheita da Cultura	21/10/2010	

Figura 4 - Gerenciar as fases do plantio – Fechada.

Após o fechamento de uma safra, o produtor poderá gerar os relatórios gerenciais e energéticos (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**5 e 6), comparando os

resultados energéticos e financeiros para cada cultura (Figura 7). No Balanço Energético (Figura 5), o produtor rural pode comparar a quantidade de energia utilizada

por fonte energética (conforme Figura 1). Também é realizada uma análise dos resultados encontrados na cultura.

Existem vários índices que auxiliam o produtor na análise dos resultados obtidos. A “Eficiência Cultural”, representa o aproveitamento da energia utilizada, isto é, a divisão da energia total do sistema (cultura) pela energia consumida. Se o valor for inferior a 1, a cultura consumiu mais energia do que produziu. No exemplo da figura 5, como a cultura produziu 10.000 MJ, o resultado da Eficiência Cultural foi 1,226, isto é, produziu aproximadamente 22% a mais de energia para cada MJ gasto. Assim, quanto maior este índice, melhor a eficiência da cultura.

Já a “Energia Cultural Líquida” é a diferença entre toda a energia útil produzida e a entrada utilizada, isto é, a

quantidade de energia efetivamente produzida pelo sistema (descontando a energia gasta). No exemplo, o plantio de feijão produziu 1.843,401MJ de energia.

Considerando a sustentabilidade da produção, um importante índice é a “Eficiência Energética”, isto é, a energia total produzida (produção + resíduos) dividido pelo total de energia não renovável. No exemplo, a eficiência energética foi de 1,52, ou seja, para cada unidade de energia não renovável utilizada no sistema, produziu-se 1,52 unidades energéticas de produto. Assim, quanto maior esse índice, menor é a dependência da energia não renovável, melhorando a sustentabilidade da produção.

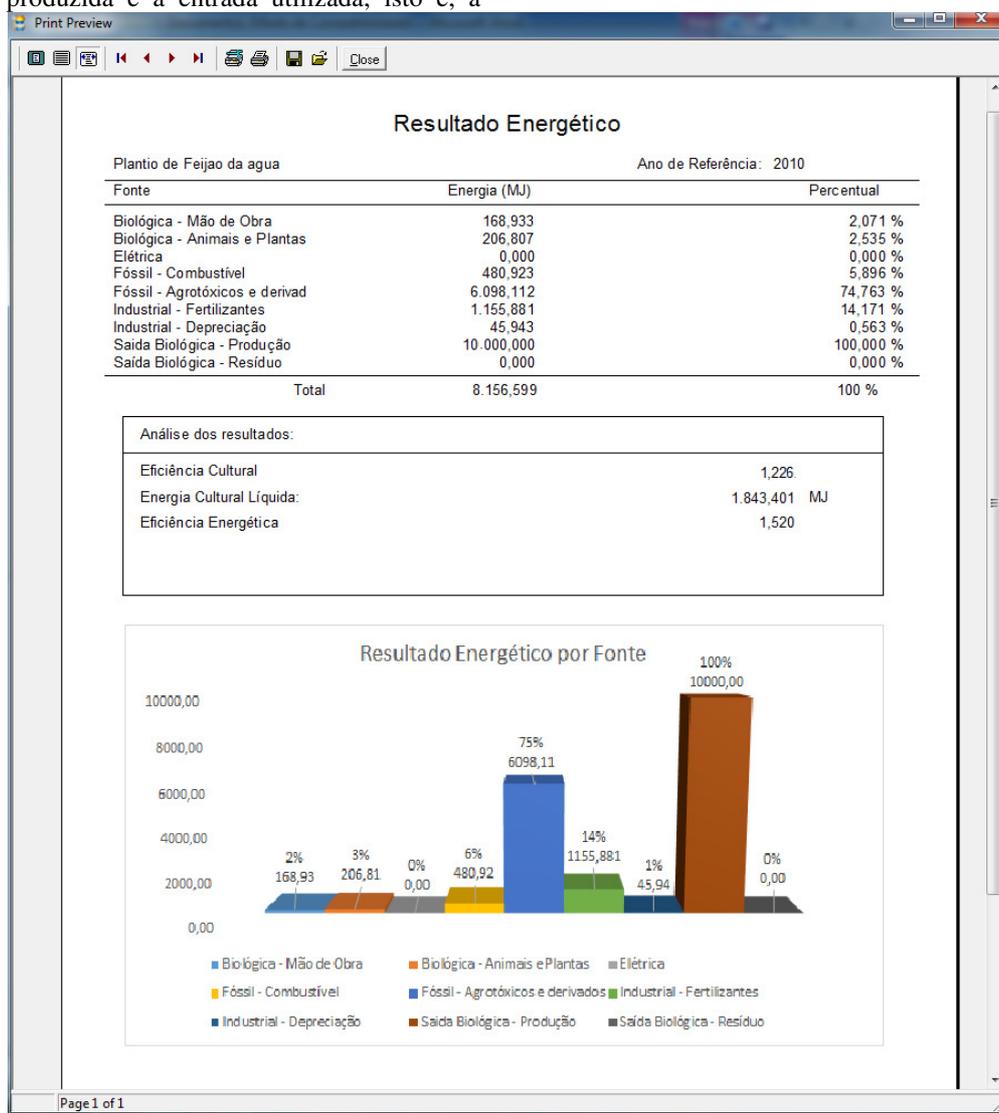


Figura 5 - Balanço energético.

No Dispendio Energético por Atividade de Plantio (Figura 6), é realizado uma análise de gasto financeiro e energético por fase da cultura. Assim o produtor pode comparar os valores e mensurar qual fase de uma cultura consome mais recursos (financeiros ou energéticos).

Assim, o produtor poderia pesquisar novos processos para substituir uma determinada fonte por outra com menor custo ou reduzir o consumo, de forma a obter um melhor balanço energético/financeiro.

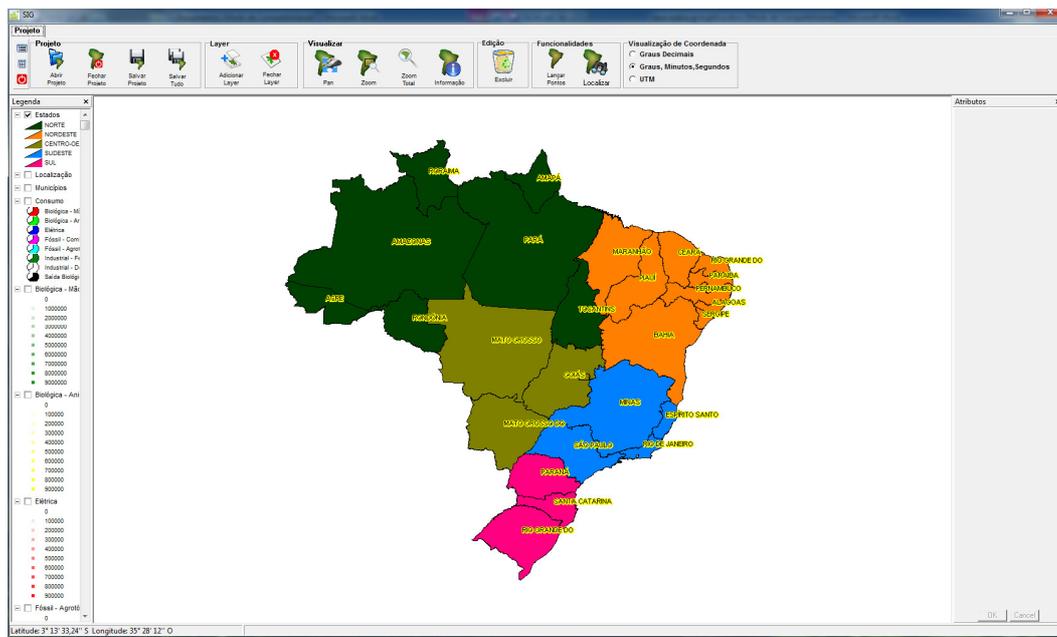


Figura 7 - Tela principal do servidor

A qualquer momento é possível consultar informações detalhadas sobre uma região ou realizar a busca no mapa por um município ou região (Figura 8). Os valores obtidos em cada cultura podem ser visualizados através de gráficos, permitindo comparar as fontes energéticas com maior representatividade ou demanda em uma região.

Como um exemplo de uso desta informação, imagine que o Brasil passe por um problema de abastecimento de

combustível fóssil e será necessário realizar um racionamento. O Governo poderia consultar a demanda por este combustível e ajustar a oferta do mesmo para as áreas com maior dependência. Em outro exemplo, o governo poderia comparar o uso de energia fóssil para uma determinada cultura. Se uma região tivesse um consumo menor, o governo poderia estudar a técnica utilizada para a redução do consumo e aplicar em outras regiões.

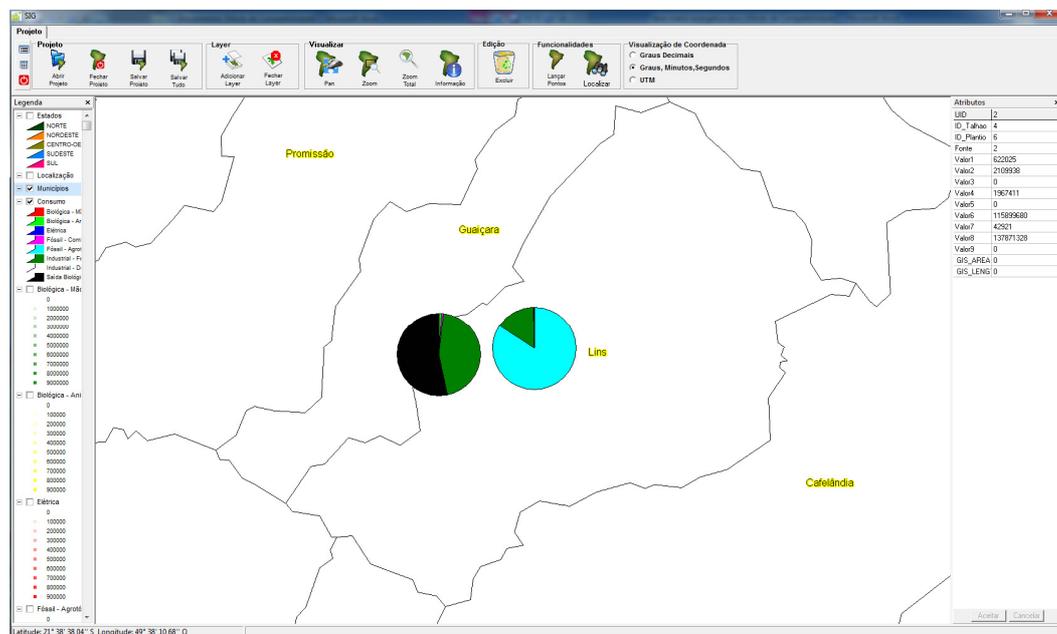


Figura 8 - Informações detalhadas sobre uma localidade.

4 CONCLUSÃO

Com base nas informações geradas pelo sistema, o produtor rural poderá conhecer o desempenho energético

do sistema de plantio empregado, podendo, na medida do possível, maximizar os resultados energéticos,

melhorando assim a eficiência de todo o sistema de produção.

Com os dados energéticos consolidados, será possível construir (por parte do governo) um mapeamento energético do Brasil, não apenas de uma região ou cultura, mas de todo o país. Além disso, com o armazenamento dos dados ao longo dos anos, será possível executar uma análise histórica comparativa do desempenho energético de cada propriedade rural ou de uma região, podendo assim mensurar a real eficiência de cada método produtivo.

O modelo implementado considerou várias fontes energéticas (como por exemplo, energia elétrica, humana, fóssil, industrial, etc.), diferente da maioria dos trabalhos realizados, que consideravam, normalmente, a divisão em três grupos (Fóssil, Biológica e Industrial), desconsiderando, em sua grande maioria, o consumo de energia elétrica em um processo produtivo e que, em alguns casos, pode influenciar de maneira significativa os resultados.

5 REFERÊNCIAS

BUENO, OSMAR DE CARVALHO. **Notas de Aula da disciplina: ANÁLISE ENERGÉTICO-ECONÔMICA DE SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS**, ministrada no curso de pós-graduação da Unesp-Botucatu em 2006.

CEPAGRI. Clima dos Municípios Paulistas – CEPAGRI. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acessado em 10/08/2010.

COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da 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.

DOERING, O.C. **Accounting for energy in farm machinery and buildings**. In: PIMENTEL, David. (Ed.). Handbook of energy utilization in agriculture. Boca Raton: CRC Press, 1980. 475p.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FLUCK, R.C. **Energy sequestered in repairs and maintenance of agricultural machinery**. Transactions of the ASAE, v.28, n.3, p.738 – 744, May / June, 1985.

OLIVEIRA, J.B. de; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. Legenda Expandida. Campinas: Instituto Agrônomico; Rio de Janeiro: EMBRAPA – Solos, 1999.

QUEIROZ NETO, J. P. **Solos e Relevos no Alto Vale do Rio do Peixe – Oscar Bressane (São Paulo – Brasil)**. Revista do Departamento de Geografia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. Volume 7, 1994, pp. 25-34.

SEIXAS, F. **Avaliação do esforço físico em operadores de motosserra**. Série Técnica do IPEF, v.7, n.22, p.1 – 16. jun. 1991.