



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Departamento de Engenharia de Alimentos
Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada



ANÁLISE EMERGÉTICA ON-LINE PARA DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS

DANIEL DE SOUZA KAMIYA
Engenheiro de Alimentos – UNESP, 2002

Orientador: Prof. Dr. Enrique Ortega Rodriguez

Campinas – 2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

K128a Kamiya, Daniel de Souza
Análise emergética on-line para diagnóstico de sistemas
agrícolas / Daniel de Souza Kamiya. – Campinas, SP: [s.n],
2005.

Orientador: Enrique Ortega Rodriguez
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Energia. 2. Sistemas agrícolas. 3. Sustentabilidade.
4. Diagnóstico. 5. Aplicativo Web. I. Ortega Rodriguez,
Enrique. II. Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de
Engenharia de Alimentos. III. Título.

(cars/fea)

Título em inglês: On-line emergy analysis for diagnosis of agricultural systems

Palavras-chave em inglês (Keywords): Emergy, Agricultural systems, Sustainability,
Diagnosis, Web application

Titulação: Mestre em Engenharia de Alimentos

Banca examinadora: Enrique Ortega Rodriguez

Edla Maria Faust Ramos

José Maria Gusman Ferraz

Luis Alberto Ambrósio



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Departamento de Engenharia de Alimentos
Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada



ANÁLISE EMERGÉTICA ON-LINE PARA DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Engenharia de Alimentos da
Universidade Estadual de Campinas, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Alimentos.

DANIEL DE SOUZA KAMIYA
Engenheiro de Alimentos – UNESP, 2002

Orientador: Prof. Dr. Enrique Ortega Rodriguez

Campinas – 2005

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Enrique Ortega Rodriguez
Orientador – DEA / FEA / UNICAMP

Profa. Dra. Edla Maria Faust Ramos
Membro – CTC / INE / UFSC

Dr. José Maria Gusman Ferraz
Membro – Embrapa / CNPMA

Dr. Luis Alberto Ambrósio
Membro – IAC

Dedicatória

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais, Nelson e Aldovina, que se mantiveram firmes e unidos na minha educação e aos meus queridos irmãos, Ênio e Kedma.

À Roberta, pelo carinho, incentivo, força e paciência no decorrer de todo esse trabalho.

Agradecimentos

Este trabalho não poderia ser terminado sem a ajuda de diversas pessoas às quais presto minha homenagem:

A Deus pela minha saúde e determinação;

À minha família pelo amor, apoio e estímulos constantes em todos os momentos de minha vida;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Enrique Ortega, pela orientação e ensinamentos, me mostrando os caminhos a serem seguidos;

Aos professores do Departamento de Engenharia de Alimentos que ajudaram de forma direta e indireta na conclusão deste trabalho;

À Roberta pela compreensão e carinho em todos os momentos;

Aos colegas de laboratório, Alexandre, Consuelo, Edson, Feni, Marlei, Mileine, Oscar, Otávio, Raul, Teldes, Watanabe, pelo companheirismo, amizade e ótimo clima de trabalho durante o tempo em que trabalhamos juntos;

Aos colegas de pós-graduação que de formas diversas me apoiaram e contribuíram para a conclusão deste trabalho, em especial à Érika, ao Roque e ao Gustavo que me acompanham desde a graduação;

Aos colegas da Unesp, Leandro, Luciana, Romeo que apesar da distância nunca deixaram de me incentivar;

Aos amigos de república, Bruno, Giovanne, Junior, Miguel, Rafael e Rogério que calorosamente me apoiaram desde a minha chegada em Campinas e proporcionaram muitos momentos alegres;

Ao CNPq, DEA, FEA e UNICAMP pelo suporte financeiro e institucional.

“Vivemos numa época perigosa. O homem
domina a natureza antes que tenha
aprendido a dominar-se a si mesmo.”

Albert Schweitzer

“Tentar e falhar é, pelo menos, aprender.
Não chegar a tentar é sofrer a inestimável
perda do que poderia ter sido.”

Geraldo Eustáquio

Sumário

Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xix
Resumo	xxi
Abstract	xxiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Generalidades do Trabalho.....	1
1.2. Objetivo Principal	4
1.3. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Justificativas do Trabalho.....	5
1.5. Conceitos Importantes	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1. Agricultura e Sustentabilidade.....	8
2.2. Valoração de Recursos Ambientais e de Externalidades em Sistemas Agrícolas ..	11
2.3. Análise Emergética	16
2.4. O Uso da Internet no Meio Rural.....	19
2.5. Aplicativos Web Para Agricultura	22
3. A METODOLOGIA EMERGÉTICA	25
3.1. Primeira Etapa - Visão Panorâmica Pelos Diagramas Sistêmicos.....	25
3.2. Segunda Etapa - Tabelas de Avaliação Emergética.....	27
3.3. Terceira Etapa - Cálculo dos Índices Emergéticos	29
3.4. Emdólar	31
3.5. Rentabilidade Econômica.....	32
4. ETAPAS DA ANÁLISE EMERGÉTICA PELO APLICATIVO PROPOSTO	34
4.1. Algumas Considerações Iniciais.....	36
4.2. Preparando-se Para a Análise Emergética	37
4.3. A Análise Emergética Propriamente Dita	42
5. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO PROPOSTO	62
5.1. Tecnologias Para Desenvolvimento de Aplicativos Web	62
5.1.1. O Que São Aplicativos Web?	62
5.1.2. Tecnologias de Conteúdo Dinâmico na Web.....	64
5.1.2.1. Common Gateway Interface (CGI)	65
5.1.2.2. ColdFusion	66
5.1.2.3. PHP.....	66
5.1.2.4. Active Server Pages (ASP).....	66
5.1.2.5. Java Applets, Java Servlets e JavaServer Pages (JSP)	66
5.1.3. Banco de Dados.....	67
5.1.4. Desenvolvendo Aplicações Para Web com Java.....	68
5.1.4.1. Applets Java.....	68
5.1.4.2. Servlets Java.....	69
5.1.4.3. JSP.....	70
5.1.4.4. JDBC.....	71
5.1.5. Tecnologias Escolhidas.....	73

5.2. Processo de Desenvolvimento do Aplicativo Proposto	74
5.2.1. Ambiente de Desenvolvimento do Aplicativo	74
5.2.2. Arquitetura do Aplicativo.....	77
5.2.3. Camada de Dados	78
5.2.4. Camada de Negócios.....	81
5.2.4.1. Controle de Sessões	83
5.2.4.2. Conectando os Servlets ao Banco de Dados.....	85
5.2.4.3. Comunicação Applet-Servlet	88
5.2.5. Camada de Apresentação.....	91
5.3. Dificuldades no Desenvolvimento	96
6. AVALIAÇÃO DO APLICATIVO PROPOSTO: Um Estudo de Caso.....	98
6.1. Uso do Estudo de Caso Para Fazer Avaliações.....	98
6.2. Seleção do Caso.....	99
6.3. Execução do Estudo de Caso	100
6.4. Discussão do Estudo de Caso	100
7. CONCLUSÕES.....	103
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
Apêndice A - RELATÓRIOS DO ESTUDO DE CASO.....	111
Anexo A - A CERTIFICAÇÃO PARTICIPATIVA DE ALIMENTOS.....	137

Lista de Figuras

Figura 1: O tripé da sustentabilidade. Adaptado de Kathounian (2001).....	10
Figura 2: Modelo convencional do sistema econômico (fluxo circular de riqueza). Adaptado de Cavalcanti (1996).....	12
Figura 3: Interações economia-ecossistema sob uma perspectiva termodinâmica. Adaptado de Cavalcanti (1996).....	13
Figura 4: Símbolos da linguagem de fluxos de energia utilizados nos diagramas sistêmicos. Adaptado de Odum (1996).	26
Figura 5: Diagrama sistêmico generalizado de sistemas agrícolas.	27
Figura 6: Diagrama resumido de um sistema com seus fluxos agregados de energia.	28
Figura 7: Evolução do <i>em dólar</i> no Brasil. Adaptado de Agostinho (2005).....	31
Figura 8: Tela da página de apresentação do projeto.	34
Figura 9: Tela da página para solicitação de cadastro de novo usuário.	35
Figura 10: Tela da página que apresenta a documentação de classes (javadoc).	35
Figura 11: Tela de entrada do <i>applet</i> com o painel para o <i>login</i>	37
Figura 12: Inserção do recurso natural renovável “sol” no sistema.	38
Figura 13: Tela, sem barra de menus, para cadastro dos dados pessoais.....	39
Figura 14: Barra de menus disponível após o cadastro dos dados pessoais.	39
Figura 15: Cadastro da Propriedade: Tela para inserir dados sobre ocupação do solo e mão-de-obra utilizada.	40
Figura 16: Cadastro da Propriedade: Tela para inserir indicadores ambientais e sociais.	41
Figura 17: Cadastro da Propriedade: Tela para inserir os equipamentos e as instalações da propriedade.....	41
Figura 18: Esquema de uma análise emergética.	43
Figura 19: Atributos da classe <i>AnaliseEmergetica</i>	44
Figura 20: Painel para selecionar a propriedade que será analisada.	45

Figura 21: Painel para confirmação de valores e seleção do modelo de produção.	46
Figura 22: Destaque para a janela de ajuda da análise emergética.	46
Figura 23: Hierarquia da herança dos produtos e seus atributos.	48
Figura 24: Painel dos produtos: destaque para a lista com os tipos de produtos e para o botão “Adicionar Produtos”.	49
Figura 25: Exemplo da janela auxiliar para seleção de produtos.	49
Figura 26: Painel dos produtos: destaque para a tabela, na qual o usuário insere os dados relativos aos produtos.	50
Figura 27: Painel dos recursos: destaque para a lista com os tipos de recursos, para a caixa de listagem com o tipo de material e para o botão “Adicionar Recursos”.	51
Figura 28: Exemplo da janela para seleção de recursos utilizados.	51
Figura 29: Exemplo da janela auxiliar para o cálculo do valor anual médio de um recurso.	52
Figura 30: Painel dos recursos: destaque para a tabela com os valores calculados das quantidades dos recursos.	52
Figura 31: Nitrogênio atmosférico e minerais do solo são considerados como recursos naturais renováveis em sistemas agroecológicos.	53
Figura 32: Hierarquia de herança e atributos da classe <i>RecursosAE</i>	54
Figura 33: Painel que apresenta os resultados da análise emergética.	55
Figura 34: Diagrama da classe <i>Calculos</i>	56
Figura 35: Gráfico dos fluxos emergéticos.	57
Figura 36: Gráficos dos índices emergéticos.	58
Figura 37: Diagrama da classe <i>Grafico</i>	59
Figura 38: Painel para o usuário escolher se deseja ou não salvar a análise emergética.	60
Figura 39: Painel para salvar a análise emergética.	60
Figura 40: Relatório da análise emergética.	61
Figura 41: Arquitetura de duas camadas.	63
Figura 42: Arquitetura de três camadas.	64

Figura 43: <i>Sites</i> da Web estáticos transmitem apenas arquivos simples e estáticos. Adaptado de Fields et al. (2002).	64
Figura 44: Para responder dinamicamente, um servidor Web pode executar um programa CGI para tratar uma solicitação Web. Adaptado de Fields et al. (2002).	65
Figura 45: As tabelas relacionadas. Adaptado de Hunter e Crawford (2001).	67
Figura 46: O ciclo de vida do <i>servlet</i> . Adaptado de Hunter e Crawford (2001).	70
Figura 47: Caminho de comunicação de JDBC para o Banco de Dados. Adaptado de Hunter e Crawford (2001).	72
Figura 48: Ambiente JBuilder 2005.	75
Figura 49: Uso do editor visual do JBuilder para construção da interface gráfica do <i>applet</i>	76
Figura 50: Criação de <i>servlet</i> com a ferramenta <i>Servlet Wizard</i>	76
Figura 51: Arquitetura de 3 camadas proposta para o sistema.	77
Figura 52: Parte superior do modelo relacional do banco de dados desenvolvido para o aplicativo proposto.	79
Figura 53: Parte inferior do modelo relacional do banco de dados desenvolvido para o aplicativo proposto.	80
Figura 54: Ferramenta de modelagem de dados DBDesigner.	81
Figura 55: Código resumido do descritor de distribuição do aplicativo Web proposto.	82
Figura 56: Estrutura de diretório do aplicativo Web proposto.	83
Figura 57: Trecho do código-fonte de <i>LoginServlet</i> responsável por carregar o <i>driver</i> MySQL Connector/J (<i>driver</i> JDBC tipo 4).	85
Figura 58: Uso de <i>Statement</i> e <i>PreparedStatement</i>	86
Figura 59: Diagrama da classe <i>ConnectionHolder</i>	87
Figura 60: Trecho do código-fonte do <i>servlet</i> <i>CadastroServlet</i> que mostra o uso de transações.	88
Figura 61: Classes do pacote <i>aer.util.appletservlet</i>	89
Figura 62: Diagrama das classes <i>Solicitacao</i> e <i>Resposta</i>	91

Figura 63: Arquivo aer.html que carrega o <i>applet AerApplet</i> através do <i>Java Plug-In</i>	92
Figura 64: Pacotes criados para agrupar por funcionalidade classes utilizadas em <i>AerApplet</i>	94
Figura 65: Barra de menus do <i>applet</i>	95

Lista de Tabelas

Tabela 1: Esquema de organização de uma tabela de cálculo dos fluxos de energia.....	28
Tabela 2: Tabela para calcular a energia produzida e o dinheiro recebido pelo sistema..	29
Tabela 3: Estado da resposta enviada por um <i>servlet</i>	90
Tabela 4: Descrição dos pacotes criados para uso do <i>applet</i>	93
Tabela 5: Fluxos emergéticos e energia dos produtos das três propriedades obtidos pela análise emergética tradicional e <i>on-line</i>	101
Tabela 6: Índices emergéticos das três propriedades obtidos pela análise emergética tradicional e <i>on-line</i>	101
Tabela 7: Rentabilidade com e sem externalidades das três propriedades obtidas pela análise emergética tradicional e <i>on-line</i>	101

Resumo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um aplicativo Web que utiliza a análise emergética para fornecer indicadores ambientais e econômicos que auxiliem no diagnóstico de sistemas agrícolas. A importância do trabalho se justifica pela necessidade de pesquisas tecnológicas em busca de ferramentas que apoiem um desenvolvimento sustentável dos sistemas agrícolas, promovendo a conservação do meio ambiente, a viabilidade econômica e a equidade social. A metodologia emergética foi a escolhida para ser utilizada no aplicativo proposto como ferramenta de avaliação ambiental e econômica de sistemas agrícolas. Além dos índices emergéticos fornecidos pela análise emergética *on-line*, o aplicativo proposto também calcula a rentabilidade econômica, com e sem externalidades negativas, oferecendo uma ferramenta de apoio adicional aos tomadores de decisão que enfatizam a abordagem econômica. Para o desenvolvimento deste trabalho, optou-se pelo uso da linguagem de programação Java e do banco de dados MySQL. A arquitetura proposta baseou-se no modelo de camadas múltiplas, sendo utilizadas três camadas. A camada de dados consiste de um banco de dados relacional, construído sobre o MySQL, a camada de negócios é constituída de um servidor Web com capacidade de executar *servlets* Java e a camada de apresentação é composta de um *applet* Java acoplado a uma página da Web. Um estudo de caso foi realizado para a avaliação do aplicativo proposto. As principais conclusões deste trabalho são: (a) a metodologia emergética pode ser utilizada em um aplicativo Web para diagnóstico de sistemas agrícolas, fornecendo indicadores de fácil leitura sobre a performance ambiental desses sistemas; (b) o aplicativo proposto é um exemplo de como a informática pode contribuir para o desenvolvimento sustentável dos sistemas agrícolas, quando associada a metodologias capazes de promover a avaliação ambiental e econômica desses sistemas.

Palavras-Chave: Energia, Sistemas Agrícolas, Sustentabilidade, Diagnóstico, Aplicativo Web.

Abstract

The objective of this work was to develop a Web application that uses the emergy analysis to provide environmental and economic indicators helpful in the diagnosis of agricultural systems. The importance of the work can be justified by the need of technological researches toward tools that support a sustainable development of agricultural systems in order to promote the environment conservation, the economic viability and the social justice. The emergy methodology was used in the proposed application as an environmental and economic evaluation tool of agricultural systems. The on-line emergy analysis is the most important functionality of the application. Beyond the emergy indices provided by on-line emergy analysis, the proposed application also calculates the economic profitability, with and without negative externalities, offering an additional support tool for decision makers that emphasize the economic approach. The Java language programming and the MySQL database were used to develop the application. The proposed architecture was based on the model of multiple layers, being used three layers in this work. The data layer consists of a relational database, built on MySQL, the business layer is constituted of a Web server that supports Java servlets and the presentation layer is composed of a Java applet attached to a Web page. A case study was carried out for evaluation of the proposed application. The main conclusions of this work are: (a) the emergy methodology can be used in a Web application for the diagnosis of agricultural systems, supplying understandable indicators related to environmental performance of those systems; (b) the proposed application is an example of as the informatics can contribute to the sustainable development of agricultural systems, when associated with methodologies that can promote the environmental and economic evaluation of those systems.

Keywords: Emergy, Agricultural Systems, Sustainability, Diagnosis, Web Application.

INTRODUÇÃO

1.1. Generalidades do Trabalho

A questão ambiental vem se consolidando como um tema central na agenda de debates da sociedade atual. Reuniões, conferências e encontros sobre meio ambiente estão ganhando mais importância e destaque na mídia. É cada vez maior o número de veículos de comunicação, impressos ou eletrônicos, dedicados ao assunto. As discussões sobre meio ambiente também ganham força dentro de todos os setores produtivos, devido aos impactos ambientais gerados pelas atividades econômicas. O setor agrícola não poderia ficar de fora dessa discussão, uma vez que a agricultura está presente em praticamente todas as paisagens do planeta, ocupando grande parte da superfície terrestre continental.

A atividade agrícola produz grandes impactos nos recursos naturais desde a sua origem, porém, com o processo de modernização da agricultura no final da década de 60 e início da década de 70, os problemas ambientais começaram a aparecer de forma mais clara para a sociedade.

A modernização da agricultura, também chamada de *Revolução Verde*, baseou-se na melhoria do desempenho dos índices de produtividade agrícola, por meio da substituição dos modelos de produção tradicionais por um pacote de práticas tecnológicas. Fertilizantes, adubos químicos e plantas geneticamente modificadas passaram a ser utilizados nas plantações. Inicialmente houve uma euforia provocada pelos elevados índices de produtividade, no entanto, como o modelo difundido pela *Revolução Verde* usa os recursos da natureza para maximização dos lucros, sem se preocupar com os efeitos da tecnologia empregada sobre o meio ambiente circundante, a crise ambiental provocada por este modelo não tardou a aparecer.

Diante da inadequação dos fundamentos da *Revolução Verde* e da pressão da sociedade para que a produção agrícola fosse realizada de maneira ecologicamente correta e socialmente justa, diversos pesquisadores aplicaram os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável na busca por práticas agrícolas alternativas que não agriam o meio ambiente e mantenham as características dos sistemas agrícolas por longos períodos.

A determinação da sustentabilidade de um sistema não é uma tarefa fácil. O conceito de sustentabilidade possui inúmeras definições e o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade ainda está em seu início. A certeza que se tem é a impossibilidade de se avaliar a sustentabilidade de um sistema, utilizando-se somente um indicador. A sustentabilidade deve ser avaliada por um conjunto de indicadores que considere todas as características do sistema.

Diferentes indicadores, capazes de caracterizar os sistemas agrícolas, podem ser propostos através da análise emergética. Essa metodologia, desenvolvida por Odum (1996), tem sido amplamente utilizada em pesquisas sobre indicadores para avaliação da eficiência e impacto ambiental de sistemas agrícolas. Os índices emergéticos fornecidos pela análise emergética permitem que sistemas agrícolas, com modelos de produção diferentes, sejam comparados. Deste modo, pode-se obter o modelo de produção que apresenta os melhores desempenhos ambientais, econômicos e sociais.

A análise emergética é também uma ferramenta de avaliação econômica utilizada no campo da economia ecológica. Por meio dos conceitos de qualidade da energia, e fluxos opostos de energia e dinheiro na economia, ela fornece uma base comum para se medir o “preço ecológico” dos recursos da economia, permitindo que esses recursos sejam comparados com os recursos da natureza.

A metodologia emergética também permite que as externalidades sejam consideradas nas análises emergéticas. As externalidades são conseqüências da produção ou consumo de um bem sobre os consumidores ou produtores envolvidos e seus custos não são plenamente refletidos nos preços de mercado. Alguns autores defendem que as externalidades negativas possam ser reduzidas com a internalização de seus custos, isto é, os produtores que causam danos ambientais deveriam ser taxados pelas externalidades negativas.

Com base nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um aplicativo Web que utiliza a análise emergética para fornecer indicadores ambientais e econômicos que auxiliem no diagnóstico de sistemas agrícolas.

Apesar do setor agrícola utilizar muito pouco a Internet, quando comparado com outros setores da economia, com base em estudos que apontam que esse número está aumentando e que as oportunidades para essa área são inúmeras, optou-se por desenvolver um aplicativo para a Internet.

Por ser muito conveniente para o desenvolvimento de *softwares* que funcione em conjunto com a Internet, a linguagem de programação Java foi utilizada neste projeto. O ambiente de desenvolvimento Java empregado na implantação do projeto foi o JBuilder, versão 2005.

O aplicativo foi desenvolvido utilizando-se uma arquitetura cliente-servidor baseada em três camadas. A camada de dados consiste de um banco de dados MySQL, a camada de negócios é constituída de um servidor Web que executa *servlets* Java e a camada de apresentação é formada por um *applet* Java acoplado em uma página HTML.

A principal funcionalidade do aplicativo é a realização de análises emergéticas *on-line*. Os índices emergéticos fornecidos por meio da análise emergética *on-line* são: Transformidade (Tr), Renovabilidade (%R), Razão de Rendimento Emergético (EYR), Razão de Investimento Emergético (EIR) e a Razão de Intercâmbio de Energia (EER). Além dos índices emergéticos, o aplicativo também calcula a rentabilidade econômica com e sem externalidades negativas.

Um estudo de caso foi realizado para avaliar o aplicativo proposto, utilizando-o, na prática, em análises emergéticas *on-line* de sistemas agrícolas que empregam modelos de produção diferentes.

O aplicativo encontra-se disponível para testes na URL <http://143.106.43.4>. Neste endereço também é possível encontrar uma página para solicitação de inclusão de novo usuário, explicações sobre a metodologia emergética, informações sobre o projeto e a documentação de classes.

O aplicativo proposto é acessado somente por usuários autorizados e pelos administradores do sistema. Os usuários autorizados são usuários da Internet que solicitaram a inclusão no sistema através da página de cadastro de novo usuário e que tiveram a solicitação aprovada por um administrador do sistema.

1.2. Objetivo Principal

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver um aplicativo Web que utiliza a análise emergética para fornecer indicadores ambientais e econômicos que auxiliem no diagnóstico de sistemas agrícolas.

1.3. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- a) mostrar que a metodologia emergética pode ser utilizada em um aplicativo Web, como uma ferramenta de apoio para a avaliação ambiental e econômica de sistemas agrícolas;
- b) utilizar o potencial de compartilhamento da informação fornecido pela Internet para divulgar a metodologia emergética;
- c) elaborar uma interface amigável que facilite o uso do aplicativo por pessoas que não conheçam profundamente a teoria emergética;
- d) implementar um banco de dados para armazenar e manipular as informações;
- e) avaliar o aplicativo proposto através de um estudo de caso que possa verificar a qualidade dos resultados fornecidos pelo aplicativo.

1.4. Justificativas do Trabalho

O autor escolheu o tema desta dissertação pelos seguintes motivos:

- existe a necessidade de pesquisas tecnológicas em busca de ferramentas que apoiem um desenvolvimento sustentável dos sistemas agrícolas, promovendo a conservação do meio ambiente, a viabilidade econômica e a equidade social;
- a análise emergética, por ser mais abrangente do que os métodos de avaliação convencionais, oferece um diagnóstico confiável dos sistemas agrícolas, orientando assim o uso racional e economicamente vantajoso dos recursos naturais;
- a partir de diagnósticos confiáveis, como os proporcionados pela análise emergética, é possível viabilizar propostas na direção da sustentabilidade;
- o desenvolvimento da agroinformática, associado à aplicação adequada de metodologias capazes de promover uma avaliação ambiental, econômica e social dos sistemas agrícolas, possibilita que a produção, ou parte ponderável desta, seja conseguida de acordo com parâmetros de sustentabilidade, podendo garantir, desta forma, bons resultados para a natureza e para a sociedade;
- existe uma tendência de aumento substancial na demanda por aplicativos agropecuários;
- o crescimento da Internet tem se dado de forma bastante acelerada sendo, dentro da informática, a tecnologia que mais se expande no meio rural;
- os aplicativos Web, por estarem disponíveis na Internet, podem ser utilizados por um número maior de usuários e reduzem o custo incurso no processo de configuração e manutenção do *software*, uma vez que o código pode ser instalado em um servidor e distribuído através da Web sem maior esforço do programador.

1.5. Conceitos Importantes

A fim de facilitar a compreensão, alguns conceitos importantes que aparecem no texto são esclarecidos neste item do trabalho.

O aplicativo aqui proposto permite que um usuário, através da Internet, execute análises emergéticas *on-line* de sistemas agrícolas, portanto, a conceituação do termo “sistemas agrícolas” deve estar bem clara. Para isso, são apresentadas logo abaixo algumas definições extraídas da tradução para a Internet, elaborada por Ortega et al. (2005), do livro “*Environmental Systems and Public Policy*”, escrito por H. T. Odum.

- Sistema: é um grupo de partes que estão conectadas e trabalham juntas.
- Ecossistema: a terra está coberta de coisas vivas e não-vivas que interatuam formando sistemas, também chamados ecossistemas (sistemas ecológicos). Um típico ecossistema contém coisas vivas (componentes bióticos) como, por exemplo, árvores e animais, e coisas não-vivas (componentes abióticos) como substâncias nutrientes e água.
- Sistemas agrícolas: são as principais fontes mundiais de alimentos para a população. Estes sistemas, algumas vezes chamados agroecossistemas, normalmente consistem de várias partes e processos. Incluem: uma área de cultivo (com solos formados por processos geológicos e ecológicos prévios), produção e equipamentos para sementeação e colheita, limpeza do terreno e safra. É necessário um mercado para comprar a produção e promover o dinheiro para a aquisição de combustíveis, fertilizantes, mercadorias e serviços que mantêm funcionando o sistema.
- Agroecossistemas: é um sistema em que o ser humano atua como administrador e consumidor. Em um ecossistema selvagem os animais atuam como consumidores e administradores. Os organismos selvagens espalham constantemente sementes e invadem o território dos agroecossistemas. Se os fazendeiros não controlassem os agroecossistemas com pesticidas, limpando a terra, arando e outros métodos, o ecossistema selvagem se restabeleceria por si mesmo.

Outra discussão importante diz respeito às diferenças entre o modelo de produção convencional e o modelo de produção agroecológico. Para esclarecer essas diferenças, os conceitos desses dois modelos são apresentados a seguir:

- Modelo de produção convencional: é aquele em que a única preocupação é com as questões econômicas, ou seja, para obter lucro, degrada o meio ambiente e ignora os problemas sociais decorrentes. Não leva em consideração as futuras gerações e a importância das funções dos componentes dos ecossistemas. É totalmente dependente de recursos não-renováveis, portanto são insustentáveis (AGOSTINHO, 2005).
- Modelo de produção agroecológico: é aquele que incorpora cuidados especiais relativos ao ambiente, assim como aos problemas sociais, enfocando não somente a produção, mas também a sustentabilidade ecológica do sistema de produção (ALTIERI, 2002).

Por fim, para finalizar este item do trabalho, o conceito do termo “externalidades” é definido a seguir:

- Externalidades: são custos da utilização dos recursos ambientais pelas atividades econômicas, que não estão incluídos nos preços dos produtos e que acabam sendo pagos de forma indireta pela sociedade, uma vez que o seu bem-estar é afetado pelos problemas ambientais.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Agricultura e Sustentabilidade

A maior parte do espaço territorial de um município é utilizada para propósitos agrícolas como cultivos, criações e florestas. Por isto, a agricultura tem uma importância vital quanto à responsabilidade de manter e desenvolver o ambiente natural como tampão ecológico e zona de equilíbrio, como *habitat* para animais e plantas, como espaço de recreação e lazer para o ser humano (SEIFFERT, 1998).

Em meados do século XIX, houve uma grande revolução na agricultura com a descoberta dos fertilizantes e adubos químicos. Essa revolução foi alicerçada não apenas nos seus resultados, mas também na adequação aos interesses da crescente indústria química (KHATOUNIAN, 2001). Assim sendo, no final da década de 60 e início da década de 70, os avanços do setor industrial agrícola e das pesquisas nas áreas de química, mecânica e genética culminaram com um dos períodos de maiores transformações na história recente da agricultura e da agronomia: a chamada *Revolução Verde* (EHLERS, 1996).

Para Ehlers (1996), a *Revolução Verde* fundamentava-se na melhoria do desempenho dos índices de produtividade agrícola, por meio da substituição dos moldes de produção locais, ou tradicionais, por um conjunto bem mais homogêneo de práticas tecnológicas; essas práticas incluem variedades vegetais geneticamente melhoradas, muito exigentes em fertilizantes químicos de alta solubilidade, agrotóxicos com maior poder biocida, irrigação e motomecanização. Ehlers destaca que dentre essas inovações tecnológicas, o avanço da engenharia genética aplicada à agricultura foi, certamente, o aspecto fundamental da *Revolução Verde*.

Vários países latino-americanos engajaram-se na *Revolução Verde*. Os objetivos então estabelecidos eram condizentes com o cenário mundial da época: crise no mercado

de grãos alimentícios, aumento do crescimento demográfico, e a previsão, a curto prazo, de uma “catástrofe alimentar” que poderia originar convulsões em certas regiões do mundo. Vários problemas, entretanto, ocorreram nesse período, especialmente no que tange à desigualdade social e especialmente a sustentabilidade (econômica e ecológica) da produção agrícola no longo prazo (ALMEIDA, 1997).

Segundo Ferraz (2003), a *Revolução Verde*, por meio do modelo industrial-produtivista de apropriação da natureza, acelerou de forma alarmante a degradação ambiental e social no espaço rural.

A inadequação do modelo difundido pela *Revolução Verde*, bem como a aceitação internacional e a difusão do conceito de sustentabilidade, levaram profissionais das ciências naturais e humanas a repensarem o padrão de desenvolvimento do mundo rural.

Em 1980, por meio do documento intitulado *World Conservation Strategy* (Estratégia de Conservação Global), abordou-se, pela primeira vez em uma publicação de largo alcance, a idéia da sustentabilidade e desenvolvimento sustentável (EHLERS, 1996).

Para Seiffert (1998), é fundamental o delineamento de uma política agrícola ambiental apropriada, que seja capaz de reduzir o desgaste e a poluição ambiental originada pelas atividades agrícolas, e que se oriente o curso na direção do surgimento de formas de agricultura que sejam sustentáveis no longo prazo, tanto do ponto de vista econômico como ecológico.

A tríade da necessidade de eficiência econômica, justiça social e prudência ecológica, base da consecução do desenvolvimento sustentável, apresenta-se com força ainda maior na aplicação do conceito de sustentabilidade na agricultura. Isso se dá na medida em que no setor agrícola os reflexos da crise ambiental não representam apenas uma externalidade, sendo percebidos diretamente com perdas de produtividade em função da degradação ambiental, decorrendo numa maior demanda por insumos (adubos e agrotóxicos principalmente), elevando os custos de produção (ASSIS, 2003).

Na opinião de Kathounian (2001), o conceito de sustentabilidade deve ser entendido como o equilíbrio dinâmico entre três ordens de fatores: os econômicos, os sociais e os ambientais (Figura 1).

Marzall e Almeida (2000) afirmam que o desenvolvimento de indicadores com o objetivo de avaliar a sustentabilidade de um sistema, monitorando-o, poderá permitir que se avance de forma efetiva em direção a mudanças consistentes na tentativa de solucionar os inúmeros problemas ambientais e sociais. Os autores consideram, porém,

que isso apenas será possível se a preocupação com o planeta, em toda sua complexidade, for efetiva e não apenas se limite a uma mudança de linguagem.

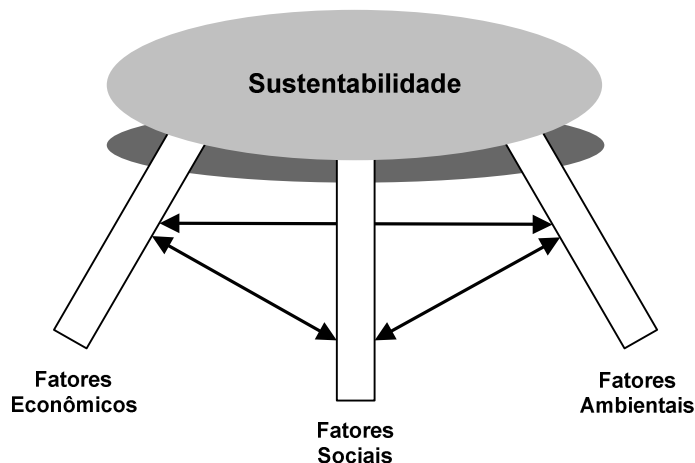


Figura 1: O tripé da sustentabilidade. Adaptado de Kathounian (2001).

Segundo Piorr (2003), há um esforço mundial para quantificar e avaliar os impactos provocados pelas práticas agrícolas no meio ambiente, com o objetivo de auxiliar a elaboração de políticas agrícolas. Deste modo, o desenvolvimento de indicadores agro-ambientais ganha uma importância crescente. Eles contribuem nesse processo por:

- (a) suprir os tomadores de decisão e o público em geral, na medida em que eles afetam o setor agrícola e o desenvolvimento rural, com informações relevantes sobre o estado atual e tendências do meio-ambiente;
- (b) apoiar os tomadores de decisão a adquirirem uma melhor compreensão das relações de causa e efeito, tendo de um lado as escolhas e práticas dos produtores e formuladores de políticas, e do outro, o meio-ambiente, possibilitando, portanto, que quaisquer iniciativas induzidas por mudanças no estado do meio-ambiente sejam guiadas na direção correta;
- (c) ajudar a monitorar e avaliar a efetividade das medidas tomadas para promover agricultura sustentável.

Um aspecto decisivo é a impossibilidade de se determinar a sustentabilidade de um sistema considerando apenas um indicador, ou indicadores que se refiram a apenas um aspecto do sistema. A sustentabilidade é determinada por um conjunto de fatores (econômicos, sociais, ambientais, entre outros) que devem ser contemplados. Dessa forma, ao se avaliar a sustentabilidade, deve-se usar sempre um conjunto de indicadores (BOUNI, 1996 apud MARZALL; ALMEIDA, 2000).

Ortega (2003) apresentou uma proposta para a construção de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas com base na análise emergética, uma metodologia desenvolvida a partir da integração entre a teoria dos sistemas, a energética de ecossistemas e a termodinâmica.

De acordo com Panzieri et al. (2002b), uma vantagem do uso da análise emergética na obtenção de indicadores de sustentabilidade é justamente que diferentes indicadores podem ser propostos e usados, dependendo das características do sistema analisado.

Para Marzall e Almeida (2000), o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade está em seu início. Ainda se busca entender a sustentabilidade e como caracterizá-la. As propostas de indicadores devem ser testadas, corrigidas e adaptadas a novas realidades. Paralelamente, há a necessidade de estudos da realidade em si, buscando entender as interações que ocorrem nos diferentes sistemas, com e sem a intervenção humana, determinando também os aspectos efetivamente relevantes para a avaliação e monitoramento da sustentabilidade, possibilitando a construção de conjuntos eficazes de indicadores.

2.2. Valoração de Recursos Ambientais e de Externalidades em Sistemas Agrícolas

Quando da sua constituição como ciência, com objeto de estudo definido, a economia não estava imbuída de uma ampla visão quanto aos efeitos que as atividades econômicas teriam sobre o meio ambiente. Com o aumento do uso predatório dos recursos naturais e a eclosão de diversos problemas ambientais, a humanidade finalmente tomou consciência da necessidade de se compatibilizar o crescimento econômico com a conservação dos recursos naturais.

Todavia, na compressão econômica usual comumente se tem em vista apenas a geração de benefícios pelas atividades produtivas. Os custos normalmente considerados são os internos a essas atividades, ou seja, os que dizem respeito a sua contabilidade interna (custos ditos privados), outros custos, como os da destruição de uma paisagem bela ou da extinção de uma espécie, constituem externalidades que se excluem do cálculo econômico. Um olhar para as evidentes interconexões do sistema econômico com o ecológico, sem isolar um do outro, permite perceber de que modo é possível chegar a um mundo sustentável (CAVALCANTI, 2004).

Cavalcanti (1996) argumenta que no modelo convencional do sistema econômico (Figura 2) os agentes se comunicam através de fluxos circulares reais (de bens e serviços) e monetários (renda e despesa em dinheiro). Deste modo, a visão do sistema econômico atribui-lhe uma caracterização de sistema isolado, sem troca de matéria e energia com o meio ambiente. Entretanto, o sistema econômico não é isolado do ecossistema (Figura 3), pois realiza trocas de matéria, energia e informação, retirando dele o que se chama de extrações ou entradas de baixa entropia e devolvendo-lhe dejetos, desordem, perdas, resíduos ou saídas de alta entropia. Em outras palavras, sendo um sistema aberto, a economia é influenciada pelo ecossistema, influenciando-o também em contrapartida.

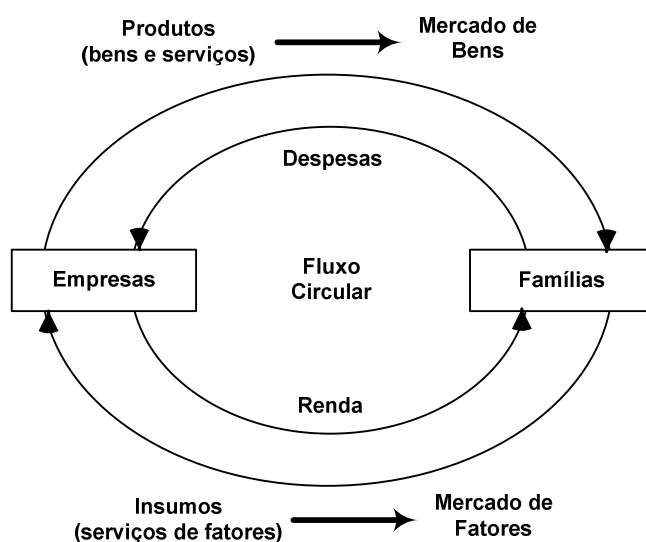


Figura 2: Modelo convencional do sistema econômico (fluxo circular de riqueza). Adaptado de Cavalcanti (1996).

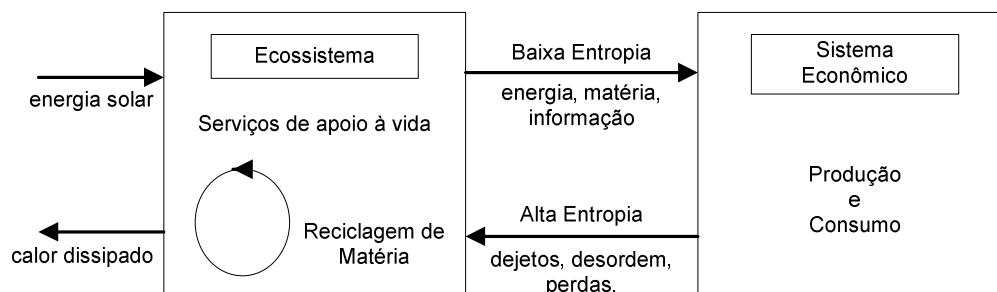


Figura 3: Interações economia-ecossistema sob uma perspectiva termodinâmica. Adaptado de Cavalcanti (1996).

Segundo Marques e Comune (1996), algumas correntes de economistas têm procurado desenvolver conceitos, métodos e técnicas que objetivam calcular os valores econômicos detidos pelo ambiente.

Ferraz (2003) destaca que a abordagem econômica é a mais enfatizada nas avaliações dos ecossistemas devido ao seu elevado peso relativo nas decisões humanas. Segundo o autor, existem várias abordagens econômicas que tratam das questões ambientais e que avaliam a sustentabilidade dos agroecossistemas e as mais discutidas pela literatura são a economia neoclássica e a economia ecológica.

A teoria econômica neoclássica procura desvendar por meio do método de valoração contingente, simulando a existência de um mercado, quanto o consumidor está disponível a pagar, ou a aceitar como recompensa por perdas de bens e serviços ambientais. Esta abordagem enfoca a questão ambiental do ponto de vista do consumo. Ainda apoiada nos princípios neoclássicos, a economia dos recursos naturais procura incorporar o custo de oportunidade de usar um recurso no presente ao invés de fazê-lo no futuro (COMAR, 1998).

A teoria econômica ecológica, de característica biofísica, usando princípios ecológicos e termodinâmicos para analisar o processo econômico, lança mão de várias metodologias principalmente de caráter energético pretendendo atribuir, por meio de conceitos diferenciados de energia, valores aos recursos naturais e ambientais (COMAR, 1998).

Goodland e Ledec (1987) mencionam que até os dias de hoje a teoria econômica neoclássica e suas aplicações em políticas de desenvolvimento fazem vista grossa ou subestimam maiores preocupações ecológicas. Os valores econômicos de serviços ambientais, quando muito reais, são sistematicamente subestimados em análises de

custo-benefício por causa das dificuldades de dimensionamento e valoração. Benefícios ambientais intangíveis, tais como aqueles derivados da preservação da biodiversidade biológica, são menos reconhecidos nas análises econômicas.

Na opinião de Cavalcanti (2004), o perigo de atribuir-se valor monetário a bens e serviços ecológicos é tanto de levar, por um lado, a que se acredite que eles valem aquilo que os cálculos mostram, quanto de fazer, por outro, pensar que ativos naturais possam ser assim somados a ativos construídos pelos humanos (ambos referindo à mesma base em dinheiro), tornando-os substituíveis. O autor enfatiza que a sustentabilidade ecológica deve ser vista como a manutenção de estoques físicos de capital natural, não a de seus correspondentes valores monetários e aí é que entra a necessidade de uma visão ecológica da economia, exatamente essa a missão da economia ecológica.

Cleveland (1987) investigou a evolução do modelo biofísico e fez um esboço das tendências recentes. No artigo são usadas duas características da economia biofísica para investigar seu desenvolvimento: (a) as leis físicas governam as transformações de energia e matéria e (b) a interdependência física entre os fatores de produção. Cleveland assinala que a ênfase nas leis que governam as transformações de energia e matéria forma as bases do processo produtivo. Deste modo, os analistas biofísicos argumentam que ao ignorar esta característica, a teoria econômica convencional não contabilizou na sua totalidade nem a significância econômica das mudanças na qualidade dos recursos naturais utilizados na produção, nem a importância econômica dos serviços básicos de suporte a vida.

Farber et al. (2002) relatam que os ecologistas e cientistas físicos propuseram a teoria do valor energético (para serviços do ecossistema), baseada no princípio termodinâmico onde a energia solar é considerada a única fonte primária para o ecossistema global. A energia – ou, mais corretamente, a energia livre ou disponível – tem características especiais que satisfazem o critério para uma fonte primária: (a) energia está em todos os lugares; (b) é uma propriedade de todos os produtos produzidos pela economia e sistemas ecológicos; e (c) apesar de outros produtos fornecerem fontes alternativas de energia requerida para impulsionar os sistemas, a propriedade essencial da energia não pode ser substituída. Energia disponível é, portanto, o único produto fundamental e é então o único fator de produção escasso, dessa forma, satisfazendo o critério para uma teoria baseada na produção que pode explicar os valores de troca.

Para Patterson (2002), Odum (1983,1996) forneceu a expressão mais holística da perspectiva da teoria do valor energético. Seus modelos de sistema claramente demonstram como os fluxos opostos de energia e dinheiro fornecem as bases para toda atividade econômica. Usando este modelo teórico, Odum (1996) então produziu uma série de “transformidades” ou “fatores de qualidade” que medem os preços ecológicos, em termos de energia, de vários produtos na economia.

Costanza (1987) afirma que as duas contribuições mais importantes de Odum para a economia biofísica são: (a) o conceito de qualidade de energia e (b) os fluxos opostos de energia e dinheiro na economia.

Segundo Levarlet e Pasquier (2001), a análise emergética (metodologia desenvolvida por Odum (1996)) pode ser considerada como uma ferramenta relevante para análise econômico-ecológica. Ela nos dá um denominador comum para expressar fluxos físicos que são comprados no mercado e aqueles que não são comprados (gratuitos). Portanto, ela pode nos ajudar a comparar valores baseados no mercado e aqueles procedentes das ferramentas físicas de avaliação e, desta forma, desenvolver uma visão mais abrangente de sistemas econômico-ecológicos. Os autores acreditam que a análise emergética fornece uma base para pesquisas futuras, ao mesmo tempo em que mostra sua força para tratar com o planejamento econômico de recursos ecológicos em uma perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Ortega et al. (2003) propuseram pequenas alterações na metodologia emergética e analisaram as principais modalidades de produção de soja no Brasil. Uma das preocupações dos autores foi a inclusão das externalidades como serviços adicionais. Os autores concluíram que considerando as externalidades negativas é possível sugerir um maior valor de mercado para os produtos oriundos de sistemas ecológicos de produção o que pode levar a uma mudança no comportamento social e ambiental dos demais produtores.

Pretty et al. (2001) consideram as externalidades como uma falha do mercado, uma vez que elas são conseqüências da atividade econômica, são externas aos mercados e seus custos não fazem parte dos preços pagos por produtores ou consumidores. Quando as externalidades não são incluídas nos preços, elas distorcem o mercado por encorajar atividades que são custosas à sociedade mesmo se os benefícios privados forem substanciais.

Agostinho (2005) acredita que a realização de estudos sobre externalidades poderá servir como subsídio para a elaboração de políticas públicas que passarão a

cobrar em forma de multas, das propriedades que prejudicam o meio ambiente. Isso fará com que os causadores de danos ambientais utilizem algumas práticas sustentáveis em suas propriedades, ou mudem totalmente de sistema de produção através de boa perspectiva financeira.

2.3. Análise Emergética

A análise emergética (Odum, 1996) é uma metodologia termodinâmica capaz de possibilitar a avaliação ambiental e econômica de diferentes tipos de sistemas. Na análise emergética os insumos da natureza e da economia, os serviços e os produtos são considerados em um denominador comum que é sua energia solar equivalente, chamada emergia (escrita com 'm').

A metodologia emergética é baseada nos conceitos de eficiência e organização de sistema que têm suas bases nos trabalhos de Lotka (1922a,b, 1945), von Bertalanffy (1968) e Odum (1983). Em consequência de seus fundamentos na ecologia e na teoria geral de sistema, a estrutura conceitual para uma teoria do valor emergético tem horizontes mais duradouros e uma aplicabilidade maior do que a economia de mercado (ULGIATI et al., 1994).

Um princípio essencial da teoria emergética, que oferece alguns critérios evidentes de como os sistemas são organizados e porque alguns prevalecem e outros não, é o princípio da máxima *emPotencia* (ou *emPower*). Ele sugere que os sistemas que se desenvolvem e prevalecem são aqueles que aumentam e tiram vantagem máxima da emergia que está disponível. Geralmente, isto significa que a organização de sistema que usa mais emergia num menor tempo substituirá outras formas que não usam os recursos eficazmente. Sistemas sociais, econômicos e políticos, assim como sistemas ecológicos, prevalecerão num ambiente competitivo somente se eles puderem desenvolver mais entradas de emergia e usá-las de maneira mais eficaz que seus competidores no mesmo período de tempo. O padrão que prevalece une todas suas partes numa estrutura simbiótica, usando todos os subprodutos (ULGIATI et al., 1994).

A emergia solar e a transformidade solar são as bases da análise emergética, sendo uma medida para determinação das melhores alternativas no uso de recursos, impacto ambiental, políticas nacionais e internacionais para um melhor equilíbrio da sociedade humana e da natureza (ULGIATI et al., 1994).

A energia solar pode ser definida como a energia solar disponível, que foi previamente requerida, de forma direta ou indireta, para produzir certo produto ou serviço. O motivo pelo qual a energia tem que ser de um tipo particular (solar) é a capacidade diferente de realizar trabalho que os distintos tipos de energia possuem. A energia solar é então a unidade fundamental visto que ela é a base de todos os outros tipos de energia da biosfera (BASTIANONI; MARCHETTINI, 2000). A unidade de energia é o emjoule solar (sej).

De acordo com Odum (2001), se levarmos em conta o princípio da hierarquia universal da energia, válido em todo tempo ou lugar, o trabalho, incluindo o que se realiza na economia, pode ser comparado em uma base comum, expressando os produtos e serviços em unidades de energia.

A transformidade solar é a energia solar requerida para fazer um joule de um serviço ou produto. Sua unidade é o emjoule solar por joule (sej/J) (ODUM, 1996). A transformidade solar também pode ser expressa em termos de massa (sej/kg) ou dinheiro (sej/dólar).

Segundo Odum (1996), os sistemas da natureza e a humanidade são partes de uma hierarquia de energia universal e estão imersos em uma rede de transformação de energia, que une os sistemas pequenos a grandes sistemas, e estes, a sistemas maiores ainda. A transformidade mede a qualidade de energia e sua posição na hierarquia de energia universal. Ela pode ser definida como o quociente da energia de um produto dividido por sua energia. Quanto mais transformações de energia contribuem para a realização de um produto, maior será a sua transformidade. Isso ocorre porque a cada transformação, a energia disponível é usada para produzir uma quantidade menor de energia de um outro tipo. Assim, a energia aumenta, mas a energia decresce e, portanto, a transformidade aumenta.

Para Comar (1998), as repercussões da avaliação emergética encontram-se hoje, principalmente no campo do planejamento regional, em relação ao uso da terra, alocação de percentagens de áreas para determinados cultivos e áreas de preservação e na determinação dos parâmetros para identificar prioridades para desenvolvimento de agroindústrias numa escala adequada à realidade cultural, sócio-econômica da população e à capacidade de suporte dos agroecossistemas.

No estudo sobre indicadores de sustentabilidade para certificação ambiental da província de Siena (Itália), Andreis et al. (2003) propuseram o uso de indicadores de sustentabilidade obtidos por diferentes metodologias termodinâmicas como a análise

emergética, cálculo de balanço de CO₂ e pegada ecológica, para monitorar numa grande escala a performance ambiental da província de Siena. Os autores concluíram que os indicadores propostos demonstraram-se poderosos para avaliar a performance ambiental de um sistema territorial complexo como a província de Siena. A província mostrou uma alta sustentabilidade e uma boa condição ambiental.

Ortega et al. (2003) empregaram a metodologia emergética para caracterizar a produção de soja no Brasil. Os sistemas comparados foram: químico, ecológico, orgânico e herbicida. Os autores concluíram que os índices emergéticos propostos foram capazes de caracterizar cada sistema agrícola dentro de categorias sugeridas. Assim, os índices podem ser utilizados na certificação de alimentos por quantificarem parâmetros econômicos, ambientais e sociais que podem qualificar processos de produção e então o produto.

Lefroy e Rydberg (2003) usaram a mesma metodologia para comparar um sistema de produção convencional com dois sistemas de produção baseados em plantas permanentes modernas, tendo como objetivo avaliar o uso de recursos e o impacto ambiental nesses sistemas, com ênfase particular no controle da erosão do solo e na água utilizada. Os resultados indicaram que a análise emergética fornece um instrumento que combina avaliação econômica e ambiental de sistemas prospectivos, em qualquer estrutura analítica, pela avaliação das contribuições ambientais consideradas gratuitas pela perspectiva do mercado e daquelas aninhadas aos fluxos monetários. Os autores concluíram que os resultados obtidos servem como uma base para a tomada de decisões políticas dirigidas para encorajar sistemas de uso da terra mais sustentáveis, porém, para incorporar os efeitos do levantamento dos lençóis freáticos nas áreas agrícolas estudadas, uma análise de escala maior seria necessária.

Panzieri et al. (2002a) utilizaram a abordagem emergética para comparar a sustentabilidade de três plantações de cereja cultivadas por diferentes métodos. O primeiro utilizava materiais químicos, o segundo somente insumos naturais e o último utilizava insumos químicos e naturais juntos. A conclusão do artigo mostrou que a avaliação emergética dos valores econômicos e ambientais fornece resultados importantes para determinar qual direção deve ser seguida no futuro para garantir produtividade e respeito às limitações da biosfera.

Bastianoni et al. (2001) empregaram esta mesma abordagem para obter indicadores de sustentabilidade e para avaliar a eficiência de um sistema agrícola complexo na área de Chianti (Itália). Os resultados para diferentes culturas foram

comparados com a média italiana para se ter uma idéia da sustentabilidade do sistema agrícola. Os valores encontrados mostraram que todas as culturas, exceto uvas, foram mais eficientes e tiveram menos impacto ambiental que a média italiana. A quantidade de energia proveniente de insumos locais ou renováveis foi bastante alta. Desta forma a análise emergética demonstrou que o sistema agrícola analisado tem uma boa sustentabilidade a longo prazo para todo o sistema e para as culturas individuais.

2.4. O Uso da Internet no Meio Rural

A expressão Tecnologia da Informação refere-se à tecnologia necessária para o estudo e o processamento da informação. Em particular, principalmente no contexto empresarial, ela designa os sistemas de computação aplicados, incluindo tanto hardware quanto *software*, bem como os sistemas de comunicação de dados (ligações em rede e telecomunicações) e procedimentos associados (FRANCISCO e PINO, 2004).

Segundo Rolfe et al. (2003), a contribuição da tecnologia da informação pode explicar parcialmente o crescimento econômico dos Estados Unidos na década passada, entretanto, a agricultura é um setor esquecido no debate sobre a contribuição da tecnologia da informação no crescimento econômico. Como as aplicações da tecnologia da informação não permitem apenas mudanças diretas na produtividade, mas também mudanças organizacionais, mudanças no relacionamento entre mercado e consumidor, e melhor controle sobre o gerenciamento da cadeia de suprimentos, os maiores benefícios da adoção da tecnologia da informação tenderam a estar nos níveis da indústria de manufatura e de serviço. Agricultura, firmemente no setor primário, geralmente presume-se ter poucos ganhos com a tecnologia da informação.

Para Meira et al. (1996), a informática poderá facilitar a gerência dos novos sistemas produtivos que surgirão e auxiliar o processo decisório, permitindo um melhor planejamento das atividades agropecuárias, em busca da otimização da aplicação dos conceitos embutidos nesses sistemas. A tecnologia da informação vem se difundindo no meio rural, nos últimos anos, e verifica-se que ela pode contribuir positivamente nos aspectos econômicos e ambientais.

Meira et al. (1996) relatam que a tecnologia da informação começou a ser aplicada com sucesso nas fazendas com a automatização das tarefas de contabilidade, de controle de recursos humanos e de controle de estoques e de maquinário. Só anos depois os

agricultores e criadores puderam utilizar a informática diretamente na produção. Atualmente, com o surgimento de empresas especializadas e o trabalho de órgãos governamentais de pesquisa e assistência técnica, já existe uma quantidade considerável de programas voltados para o campo.

Dentro da tecnologia da informação o que mais se expande é a adoção da Internet. O número de fazendeiros e pecuaristas no Brasil que fazem uso da Internet ainda é pequeno. Segundo um levantamento feito pela Associação Brasileira de Marketing Rural, este número não passa de 4% do total das fazendas brasileiras. Mas há alguns anos atrás este número era somente um traço. O que acontece no mundo, mais cedo ou mais tarde acaba tendo seu reflexo no Brasil. Assim, somos levados a sugerir que as empresas de *software* e serviços de informática voltadas para o agronegócio invistam fortemente em aplicações para Internet. São inúmeras as oportunidades nesta área, no Brasil e no resto do mundo (O EFEITO, 2002).

Francisco e Pino (2004) analisaram os fatores que afetam o uso da Internet no meio rural paulista e concluíram que o uso da Internet obviamente relaciona-se com as variáveis que dizem respeito diretamente ao uso da informática: (a) se a atividade principal da unidade de produção agropecuária (UPA) está informatizada; (b) se dispõe de computador na UPA para uso nas atividades agropecuárias; e (c) se dispõe de comunicação telefônica (fixa ou móvel). Embora essas variáveis pareçam redundantes, deve-se considerar que, mesmo não havendo computador ou comunicação telefônica na UPA, a Internet pode ser utilizada em outro local, por exemplo, numa cooperativa. Como esperado, a informatização da atividade principal é o fator mais importante para o uso da Internet nas atividades agropecuárias, sendo provável que a segunda seja decorrência natural da primeira. Ainda que, em princípio, desnecessárias, a existência de computador na UPA e a disponibilidade de comunicação telefônica, obviamente, facilitam a utilização de Internet. O impacto da mudança marginal daquela variável sobre a probabilidade é o maior, isto é, o fato de o proprietário possuir sua atividade principal informatizada, em relação àqueles que não a possuem, causa um aumento de 38 vezes na probabilidade de uso da Internet. Para os autores, fazer parte de cooperativa de produtores aumenta a probabilidade de utilizar Internet. Um dos motivos pode ser o fato da cooperativa facilitar o acesso à tecnologia para os pequenos produtores ou mesmo o primeiro contato para médios e grandes produtores. Isso evidencia a importância das cooperativas no processo de inclusão digital do meio rural.

Francisco (2003) acredita que o aumento da adoção da Internet entre os produtores apóia o desenvolvimento rural e agrícola no sentido de criar novas formas de organização social e de atividades produtivas possibilitando redes de comunicação rural que transpassem barreiras geográficas. No entanto, para que novos produtores a adotem sugere-se que: (a) mais produtores sejam apresentados a essa tecnologia para o conhecimento de seus benefícios e potenciais, seja através de incentivos de agências de desenvolvimento rural, seja através de empresários ligados à informática; (b) prover prestações baixas para a compra de equipamento; (c) haja esforços para melhorar a infraestrutura de telecomunicações; (d) o custo de acesso seja compatível à renda do agricultor e (e) haja a criação de centros rurais onde os agricultores possam ter acesso à Internet.

Pino (2004) analisa a questão da inclusão e exclusão digital e destaca que cada vez que o ser humano consegue criar ou desenvolver alguma coisa nova, em qualquer campo, imediatamente cria-se uma divisão: o grupo dos que têm e o dos que não têm acesso a tal novidade. Em muitos casos, isso não tem lá grande importância e às vezes o segundo grupo é formado apenas por aqueles que simplesmente não querem ou não precisam da novidade. Em outros casos, porém, a novidade torna-se mais um fator de desigualdade econômica e social. É o que freqüentemente acontece com novos produtos tecnológicos, já que alguns países – e empresas e grupos – não são capazes de desenvolvê-los, necessitando adquiri-los de outros. Pino conclui que os produtores rurais de nível empresarial têm adotado espontaneamente as novas tecnologias de informação, mas os demais podem precisar de um processo de indução, bem como de incentivos. Pode-se antever que os países que não conquistarem rapidamente uma posição firme nessa questão poderão vir a ter sérias perdas de competitividade, especialmente num mercado globalizado. Há somente duas situações possíveis: digitalmente incluído ou excluído.

Meira et al. (1996) fizeram um breve histórico da introdução da informática na agricultura e um diagnóstico do nível atual de informatização neste setor e concluíram que com a globalização da economia, o setor agrícola passará certamente por uma nova etapa de modernização, e a agroinformática, sem dúvida, terá papel fundamental neste processo. Os atores ainda destacam que os aplicativos agropecuários são um exemplo de como a tecnologia da informação pode contribuir para a melhoria da qualidade e o aumento da produtividade na agricultura.

2.5. Aplicativos Web Para Agricultura

A seguir são apresentados os trabalhos de diversos autores que desenvolveram aplicativos Web para uso na agricultura.

SORTINFO® (JENSEN, 2001) é um sistema de informação Web para seleção de variedades em culturas de campo, direcionado para dois principais grupos de usuários: produtores e consultores agrícolas. Os requerimentos para informação e os conhecimentos técnicos são diferentes para cada grupo de usuário. A informação é extraída e processada a partir de um banco de dados central acessado pela Web. SORTINFO permite aos usuários tomar decisões melhores sobre seleção de variedades (1) tornando o acesso aos dados sobre variedades mais rápido e mais fácil; (2) processando e combinando dados de diferentes fontes e locais para uma visão geral mais simples; (3) tomando a responsabilidade pelos dados para serem comparáveis entre as variedades; e (4) permitindo que os usuários recuperem a informação em um detalhe que corresponda a suas necessidades e potencialidades.

Zeng et al. (2002) desenvolveram um ambiente de simulação baseado na Web para retenção e transporte de compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos em solos. O sistema foi desenvolvido usando Java e é baseado no modelo de transporte da multi-reação de metais pesados no solo. O sistema de simulação fornece o controle do usuário interativo e a visualização em tempo real através dos *browsers* da Web. A visualização quase instantânea dos resultados fornecidos pela interface baseada em Java resulta em análises eficientes e fáceis.

Xia et al. (2003) desenvolveram um aplicativo Web para armazenar dados sobre o uso de produtos agroquímicos coletados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, Serviço Nacional de Estatísticas Agrícolas desde 1990. A base de dados é acessível pela Web no URL: <http://www.pestmanagement.info/nass>. Os usuários podem obter informações na base de dados sobre o uso de produtos agroquímicos através de uma busca por cultura, ano, região, ou ingrediente ativo. Estatísticas de uso de vários produtos agroquímicos são fornecidas como tabelas da Web, mapas, cartas e gráficos dos Estados Unidos gerados dinamicamente e arquivos do Excel que podem ser descarregados. Este sistema de informação fornece uma ferramenta de valor para ajudar na tomada de decisão sobre o uso de agroquímicos em nível federal e estadual. Dá também a investigadores, educadores, e ao público um acesso confiável e conveniente aos dados de uso de pesticidas.

Uma busca extensiva pela Web, entretanto, mostrou que poucos trabalhos se dedicaram no desenvolvimento de aplicativos Web voltados para o diagnóstico de sistemas agrícolas. Os poucos trabalhos encontrados nessa área são apresentados a seguir.

JavaAHP (ZHU; DALE, 2001) é um *software* para Web que usa a metodologia AHP (*Analytical Hierarchy Process*) para modelar um problema ambiental, avaliar a necessidade de alternativas relativas a esses problemas, e organizar as informações e julgamentos usados na tomada de decisões. JavaAHP fornece uma ferramenta computacional de apoio à decisão individual e também de grupo, com um alto grau de “interoperabilidade” (a habilidade de ser executado em diversas plataformas) e compartilhável (a habilidade para acessar e compartilhar modelos de decisão, informação e tecnologias de análise de decisão). Aproveitando do fato de ser um *software* para Web, JavaAHP estabelece limitações mínimas no ambiente de *hardware* e *software* do usuário, enquanto lhes permite o uso das tecnologias de análise de decisão sem a introdução de *softwares* adicionais.

VegMan (ZHU et al., 2001) é um sistema Web para gerenciamento da vegetação regional. O projeto da arquitetura do VegMan envolve um servidor Web localizado na “CSIRO Tropical Agriculture”. Dados, informação e ferramentas de tomada de decisão residem neste servidor. Eles são entregues através da Internet aos clientes como documentos HTML e *applets* Java. Um navegador para Internet na máquina do cliente funciona como a interface com o usuário, através da qual todos os recursos e serviços do VegMan podem ser acessados. O sistema fornece acesso para fatos, políticas, estratégias e ferramentas de apoio à decisão, relevantes para o gerenciamento da vegetação de uma região.

Levy et al. (2000) descreveram como problemas envolvendo múltiplos critérios ambientais podem ser estruturados e analisados através do *software* Web-HIPRE, um *applet* Java para análises envolvendo múltiplos critérios. Web-HIPRE usa métodos multicritério de apoio à decisão (MCDA) como métodos complementares para a análise de decisão, encorajando os usuários a testar e comparar uma variedade de técnicas. Os autores destacaram vários métodos de MCDA para conflitos de gerenciamento de florestas e desenvolveram um novo método para tomada de decisão sob altos níveis de incertezas ambientais. Web-HIPRE é um sistema de apoio à decisão útil para o gerenciamento de recursos, pois ele é distribuído (permite que os usuários acessem os

recursos a partir de qualquer lugar através da Internet) e colaborativo (permite qualquer um de participar ativamente num processo de tomada de decisões).

Apesar de não ser um aplicativo para a Web, o *software* EMA – *Environmental Management for Agriculture* (LEWIS e BARDON, 1998) foi incluído neste texto por ser um sistema computadorizado de eco-gerenciamento ambiental para agricultura. A pesquisa e o desenvolvimento do EMA foram financiados pelo ministério da agricultura do Reino Unido. O sistema foi projetado para ser utilizado por produtores e técnicos extensionistas. EMA usa uma técnica simples, mas eficaz, contando com a entrada de dados e informações facilmente disponíveis na propriedade agrícola ou que estão armazenadas no banco de dados do sistema. O *software* ajuda a medir a performance ambiental através da avaliação de um índice ecológico que compara práticas agrícolas usuais e detalhes específicos do local com aquilo que é visto como a melhor prática para aquele local, usando um sistema especialista junto com técnicas de pontuação e classificação. Cada atividade, impacto ou indicador recebe uma pontuação numérica baseada em sua magnitude ou significância, com a somatória da pontuação representando o impacto total. O sistema de índices ecológicos utiliza uma escala positiva-negativa para ajudar na transparência e interpretação dos resultados.

A METODOLOGIA EMERGÉTICA

A metodologia emergética foi a escolhida para ser utilizada no aplicativo proposto como ferramenta de avaliação ambiental e econômica de sistemas agrícolas. Neste trabalho utilizou-se o método desenvolvido por (Odum, 1996).

O primeiro passo de uma análise emergética consiste em construir diagramas sistêmicos utilizando os símbolos de sistemas de energia (Figura 4), para verificar e organizar todos os componentes e relacionamentos existentes no sistema. O segundo passo é a construção de tabelas de avaliação emergética derivadas diretamente desses diagramas, com os fluxos quantitativos. O terceiro passo envolve o cálculo de índices emergéticos que relacionam os fluxos emergéticos da economia com os de dentro do ambiente natural, permitindo uma avaliação da situação ambiental e econômica do sistema.

Nas próximas seções, as etapas da avaliação emergética serão apresentadas com maiores detalhes.

3.1. Primeira Etapa - Visão Panorâmica Pelos Diagramas Sistêmicos

O primeiro passo para construir um diagrama sistêmico panorâmico é identificar seus componentes principais, as entradas e saídas. Depois disso, mostram-se as partes simbólicas e os caminhos seguidos pelos fluxos de massa e energia, incluindo as retroalimentações. É necessário colocar no diagrama os limites do sistema para identificar todos os fluxos de entradas e saídas que cruzam as fronteiras do sistema escolhido. O diagrama inclui tanto a economia quanto o ambiente do sistema e mostra todas as interações relevantes.

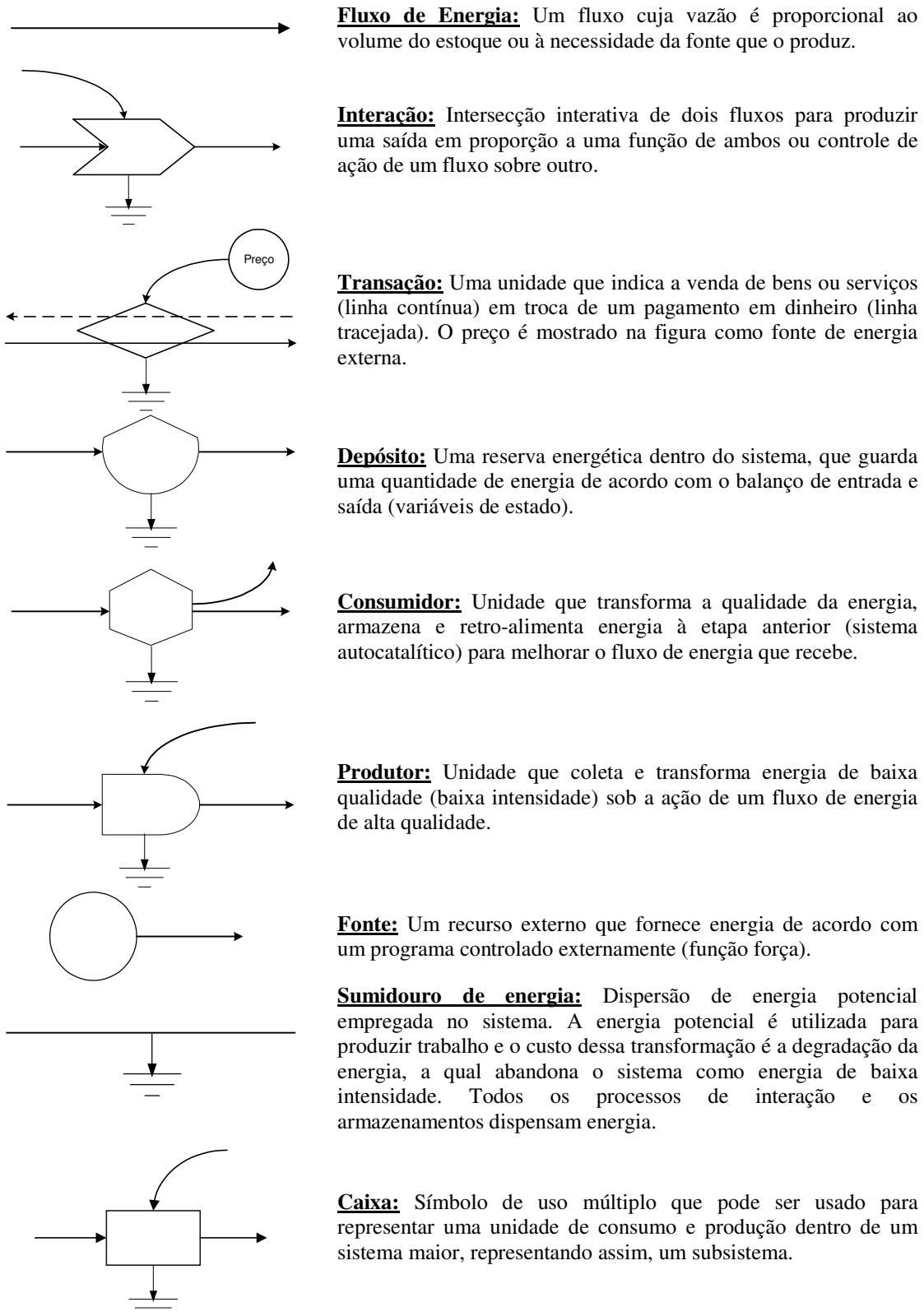


Figura 4: Símbolos da linguagem de fluxos de energia utilizados nos diagramas sistêmicos. Adaptado de Odum (1996).

Neste trabalho foi utilizado um diagrama sistêmico generalizado capaz de representar adequadamente um sistema agrícola qualquer (Figura 5).

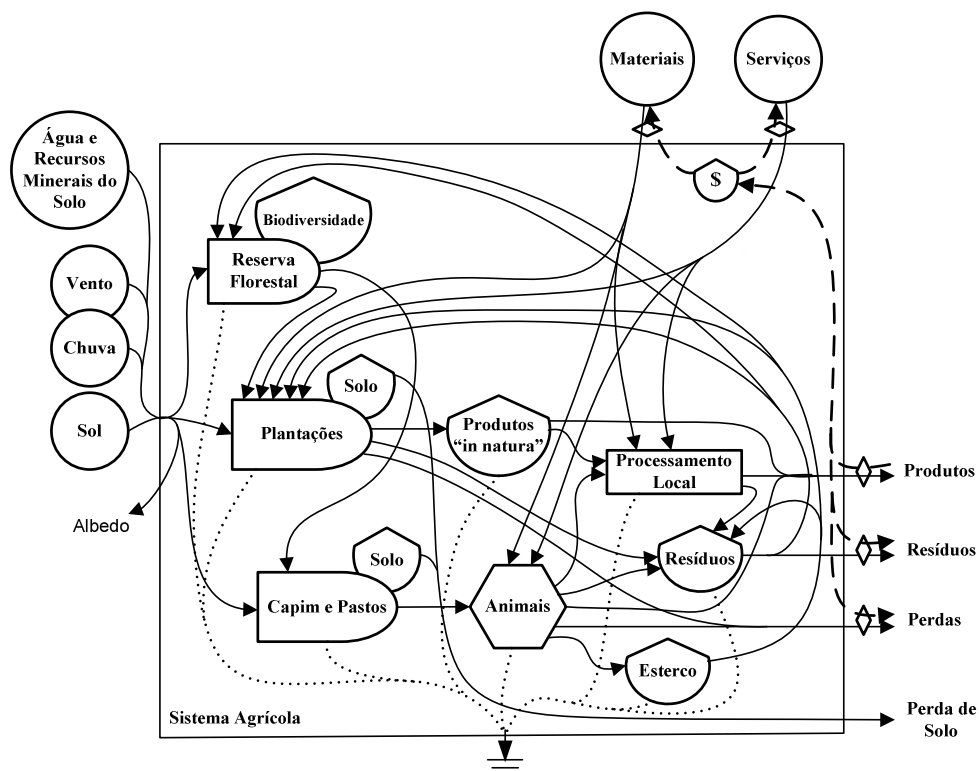


Figura 5: Diagrama sistêmico generalizado de sistemas agrícolas.

3.2. Segunda Etapa - Tabelas de Avaliação Emergética

A segunda etapa da avaliação emergética é a construção de uma tabela de fluxos de energia, onde cada fluxo converte-se em uma linha de cálculo na tabela de avaliação de energia (Tabela 1).

A primeira coluna da tabela fornece a nota de pé-de-página onde se dão os detalhes do cálculo. A segunda coluna contém os nomes de todas as entradas do sistema. Na terceira coluna são apresentados os valores numéricos para cada uma das entradas em suas unidades (gramas, quilogramas, joules, \$, etc.) especificadas na quarta coluna. Estes valores correspondem aos fluxos anuais médios. A quinta coluna contém

as transformidades (energia por unidade). Este valor consta na fonte de informação citada para essa linha na nota ao pé da página e foi obtido de estudos anteriores. Os fluxos de energia, calculados pela multiplicação dos fluxos de entrada pela transformidade correspondente, são apresentados na sexta coluna. Os valores obtidos correspondem ao fluxo de energia e são expressos em sej/ano.

Tabela 1: Esquema de organização de uma tabela de cálculo dos fluxos de energia.

Nota	Nome das contribuições	Valores	Unidade	Transformidade	Fluxo de energia
	R: Recursos da natureza renováveis				
	N: Recursos da natureza não-renováveis				
	M: Materiais da economia				
	S: Serviços da economia				
	Y: Total de energia				

Existem também divisões na horizontal para facilitar a identificação dos tipos de recursos usados. Os primeiros fluxos colocados são os relacionados à contribuição da natureza (I), ou seja, os recursos naturais renováveis (R) e os não-renováveis (N). Depois são colocados os recursos da economia (F), que são divididos em materiais (M) e serviços (S). No final, tem-se o total de energia utilizado pelo sistema (Y), que é a soma de I com F. A Figura 6 apresenta um diagrama resumido com os fluxos agregados de energia descritos acima.

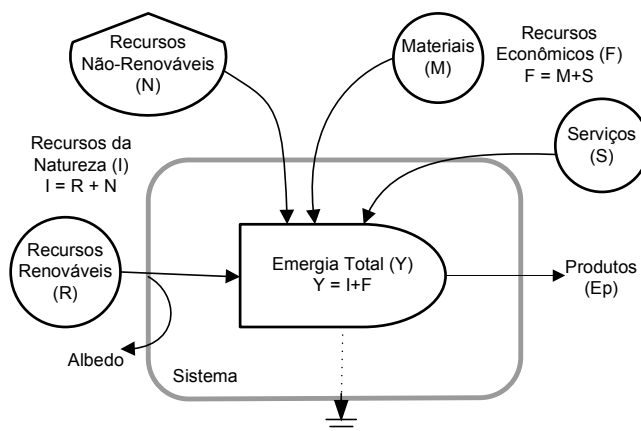


Figura 6: Diagrama resumido de um sistema com seus fluxos agregados de energia.

A seguir, os tipos de recursos são descritos com mais detalhes:

- Recursos Naturais Renováveis (R): são recursos encontrados na natureza, tais como radiação solar, vento, chuva, solo (quando utilizado corretamente), etc., que são repostos num curto prazo de tempo.
- Recursos Naturais Não-Renováveis (N): são recursos encontrados na natureza, tais como petróleo, carvão, solo (quando utilizado de forma inadequada), etc., que não podem ser substituídos ou são repostos muito lentamente.
- Materiais (M): são produtos obtidos do mercado, tais como sementes, medicamentos, combustível, fertilizantes, adubos químicos, etc. A depreciação dos equipamentos e das instalações também é contabilizada nos materiais.
- Serviços (S): são obtidos da economia, tais como mão-de-obra, taxas, seguros, impostos, telefone, etc.

Para o cálculo da energia dos produtos E_p (ver Figura 6) e do dinheiro recebido pelas vendas, é construída a tabela dos produtos do sistema (Tabela 2).

Tabela 2: Tabela para calcular a energia produzida e o dinheiro recebido pelo sistema.

Produto	Unidade	Produção [unidade/ano]	Valor Calórico do Produto [kcal/unidade]	Energia do Produto [J/ha.ano]	Dinheiro Recebido pelas Vendas [R\$/ano]
Total:					

3.3. Terceira Etapa - Cálculo dos Índices Emergéticos

Os índices emergéticos são calculados com os resultados da tabela de avaliação de fluxos de energia e são utilizados para caracterizar os sistemas agrícolas. Quando se comparam dois sistemas alternativos, aquele que contribui a melhor parte da energia à economia pública e minimiza as perdas ambientais é considerado o melhor. Quando se analisa um único sistema, seu sucesso é julgado em relação à economia dentro do qual está colocado, determinando quanto a sua intensidade emergética chega perto a da economia local, e se o sistema minimiza as perdas ambientais.

A Figura 6 apresenta de forma resumida os fluxos agregados de energia utilizados no cálculo dos índices emergéticos. Neste trabalho foram utilizados os seguintes índices emergéticos:

1. Transformidade Solar ($Tr=Y/Ep$): avalia a qualidade do fluxo de energia. Pode ser visto como o valor inverso da eficiência do sistema. A transformidade solar do recurso gerado por um sistema é obtida dividindo-se a energia incorporada pelo sistema (Y) pela energia produzida pelo sistema (Ep). Sua unidade é expressa em energia por unidade de energia, massa, ou dinheiro, usualmente sej/J, sej/kg ou sej/US\$.
2. Renovabilidade Emergética ($\%R=(R/Y) \times 100$): indica o grau de sustentabilidade do sistema. É calculado pela razão entre a energia dos recursos renováveis usados (R) e a energia total usada no sistema (Y).
3. Razão de Investimento Emergético ($EIR=F/I$): mede a proporção de energia comprada (F) em relação às entradas de energia do meio-ambiente (I). É um bom indicador da intensidade de uso de recursos econômicos na agricultura. O cálculo desta razão permite a escolha do modelo de agricultura compatível com o sistema econômico e ambiental analisado. Nesse sentido, a razão (F/I) se constitui em um bom indicador para auxiliar a elaboração de uma política agrícola sustentável.
4. Razão de Rendimento Emergético ($EYR=Y/F$): é uma medida da incorporação de energia da natureza e é expressa como a relação total de energia investida (Y), por unidade de retorno econômico (F). O valor do EYR indica quanta energia da natureza o processo retorna ao setor econômico.
5. Razão de Intercâmbio de Energia (EER): é a proporção de energia do produto (Y) em relação ao valor de energia pela venda do produto, que é encontrado através da multiplicação da relação energia/dinheiro (ver subitem 3.4) pelo dinheiro recebido pela venda, ou seja, $EER=Y/[produção \times preço \times (energia/dólar)]$. Esse índice avalia se o produtor está recebendo na venda dos produtos, toda energia necessária para a produção.

3.4. Emdólar

A relação [energia/dinheiro] é denominada *emdólar*. Os *emdólares* indicam o dinheiro circulante cujo poder de compra está estabelecido pelo uso de uma quantidade de energia. Os *emdólares* são equivalentes de energia. A relação (energia/dólar) é obtida dividindo-se a energia total do país em determinado ano pelo produto nacional bruto (PNB) expresso em dólares. Em Odum (1996), encontra-se o valor do *emdólar* para diversos países (CAVALETT, 2004).

O *emdólar* permite medir a quantidade de dinheiro que circula na economia como resultado de um fluxo de energia. Cada país tem o correspondente valor do seu *emdólar*. A Figura 7 mostra a curva da evolução do valor da energia por dólar no Brasil com valores que foram calculados.

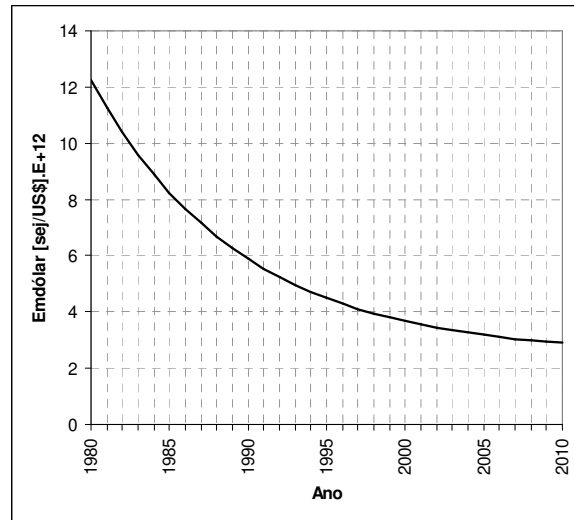


Figura 7: Evolução do *emdólar* no Brasil. Adaptado de Agostinho (2005).

Com base na curva da Figura 7, foi obtida a Equação (1) que permite estimar o valor da relação energia/dólar (*emdólar*) a cada ano.

$$\frac{\text{energia}}{\text{dólar}} = \frac{\left(248 + 878,16 * e^{\frac{-(ano-1981)}{9,49}} \right)}{100} \quad [\text{sej/US$}]. 10^{12} \quad (1)$$

3.5. Rentabilidade Econômica

Além dos índices emergéticos, também foi utilizado um índice econômico chamado rentabilidade econômica, oferecendo uma ferramenta de apoio adicional para tomadores de decisão que enfatizam a abordagem econômica.

Duas equações diferentes foram utilizadas para o cálculo da rentabilidade econômica: A primeira foi extraída do trabalho de Cavallet (2004) e define que a rentabilidade econômica é o lucro líquido obtido dividido pelos custos totais de produção (Equação 2). O lucro líquido é o valor da somatória das vendas menos os custos totais de produção. A segunda equação foi proposta por Agostinho (2005) e inclui nos custos de produção o valor das externalidades negativas (Equação 3).

A seguir, são apresentadas as equações utilizadas para o cálculo da rentabilidade econômica:

Rentabilidade (R) calculada atualmente:

$$R = \frac{Vendas - Custos}{Custo} = \frac{\sum (produtos * preço) - (\sum Insumos + \sum Mão-de-Obra)}{\sum Insumos + \sum Mão-de-Obra} \quad (2)$$

Rentabilidade (R) calculada considerando as externalidades negativas:

$$R = \frac{Vendas - Custos}{Custo} = \frac{\sum (produtos * preço) - (\sum Insumos + \sum Mão-de-Obra + \sum Externalidades)}{\sum Insumos + \sum Mão-de-Obra + \sum Externalidades} \quad (3)$$

Nas duas equações a somatória das vendas corresponde ao dinheiro recebido pelas vendas dos produtos (receitas). Os custos de produção são aqueles referentes às despesas com os insumos provenientes da economia (depreciação de instalações e equipamentos, insumos materiais e serviços) e com o pagamento da mão-de-obra, se houver.

Com relação às externalidades negativas, considerou-se que para os sistemas agrícolas que adotam um modelo de produção agroecológico, o valor das externalidades é igual a zero. Como o valor das externalidades não foi o objetivo de estudo deste trabalho, para os demais sistemas agrícolas, utiliza-se o valor calculado por Pretty et al. (2000) para o Reino Unido que foi de aproximadamente US\$ 360,00/ha.ano. Para obter

esse valor, os autores somaram o custo total das externalidades que foram divididas em sete categorias: (a) prejuízo a água; (b) prejuízo ao ar; (c) prejuízo ao solo; (d) prejuízo a biodiversidade e paisagem; (e) prejuízo a saúde humana – pesticidas; (f) prejuízo a saúde humana – nitrato; (g) prejuízo a saúde humana – microorganismos e outros agentes causadores de doenças.

A rentabilidade econômica calculada através da Equação 2 pretende mostrar a relação monetária entre o saldo e o investimento privado na produção. Deste modo, quanto maior o valor da rentabilidade melhor o desempenho econômico do sistema.

Com a inclusão das externalidades no cálculo da rentabilidade econômica (Equação 3), percebe-se que a rentabilidade de um sistema agrícola que produz muitas externalidades negativas será menor, favorecendo os sistemas agrícolas que produzem poucas ou nenhuma externalidade negativa.

ETAPAS DA ANÁLISE EMERGÉTICA PELO APLICATIVO PROPOSTO

As etapas da análise emergética, utilizando-se o aplicativo proposto, são apresentadas neste capítulo. A análise emergética *on-line* é descrita detalhadamente por ser a funcionalidade mais importante do aplicativo proposto. As etapas anteriores à análise emergética, mas que são fundamentais para o uso do sistema, são brevemente citadas. O aplicativo está disponível para testes na URL <http://143.106.43.4>, como ilustra a Figura 8. Neste endereço também é possível encontrar uma página para solicitação de inclusão de novo usuário (Figura 9), explicações sobre a metodologia emergética, informações sobre o projeto e a documentação de classes (Figura 10).

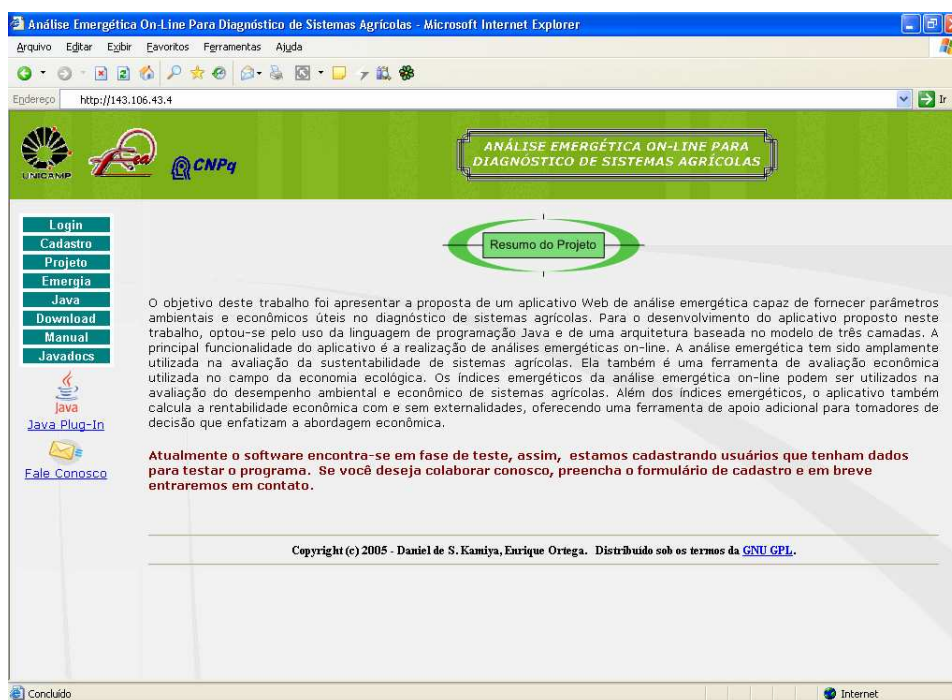


Figura 8: Tela da página de apresentação do projeto.

ANÁLISE EMERGÉTICA ON-LINE PARA DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS

Cadastro no Sistema AER

* Campos Obrigatórios

*Nome: *Sobrenome:

*E-mail:

Área de Atuação:

Cidade: Estado:

Enviar Limpar

Figura 9: Tela da página para solicitação de cadastro de novo usuário.

ANÁLISE EMERGÉTICA ON-LINE PARA DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS

Overview Package Class Tree Deprecated Index Help

PREV NEXT FRAMES NO FRAMES

Packages

aer.applet	Este pacote contém as classes de uso exclusivo do applet
aer.applet.abertura	Este pacote contém uma série de painéis relacionados com o processo de login do usuário
aer.applet.administrador	Este pacote contém vários painéis para o gerenciamento do sistema
aer.applet.ajuda	Este pacote contém painéis que auxiliam o usuário a utilizar o sistema
aer.applet.analise	Este pacote contém painéis, janelas e outras classes relacionadas com a implementação da análise emergética
aer.applet.analise.janelas	Este pacote contém as janelas utilizadas na análise emergética
aer.applet.cadastro	Este pacote contém vários painéis usados para o cadastro de propriedades
aer.applet.relatorio	Este pacote contém os painéis para criação do relatório geral contendo os dados pessoais do usuário, dados da propriedade e resultados da análise emergética
aer.applet.util	Este pacote define uma série de classes úteis para o applet
aer.applet.util.tabela	Este pacote contém classes úteis para trabalhar com tabelas
aer.servlet	Este pacote contém os servlets do sistema proposto
aer.util	Este pacote define uma série de classes úteis para o sistema proposto

Figura 10: Tela da página que apresenta a documentação de classes (javadoc).

4.1. Algumas Considerações Iniciais

A proposta inicial deste projeto de pesquisa tinha o objetivo de desenvolver um aplicativo Web para certificação participativa de alimentos por meio da análise emergética. Com o decorrer do trabalho, à medida que o aplicativo era apresentado em congressos e cursos, discussões surgiam sobre a finalidade do aplicativo. Durante o curso de extensão “Análise Emergética de Projetos Para Desenvolvimento Sustentável”, organizado pelo Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada, no mês de fevereiro de 2005, o aplicativo foi apresentado para agricultores, técnicos e pesquisadores e no final da apresentação, após um longo debate, chegou-se à conclusão que o aplicativo proposto seria mais adequado para o diagnóstico de sistemas agrícolas.

Apesar das modificações realizadas para adequar o aplicativo, algumas características foram mantidas, por exemplo, a necessidade do usuário preencher seus dados pessoais e cadastrar suas propriedades, como será detalhado no item 4.2.

Na proposta inicial, o armazenamento dos dados pessoais do usuário permitiria um cadastro *on-line* dos produtores pertencentes a uma determinada rede de certificação participativa de alimentos. O cadastro da propriedade forneceria as informações qualitativas sobre a propriedade (informações atualmente requeridas no processo de certificação participativa de alimentos). Os índices emergéticos obtidos através da análise emergética *on-line* forneceriam informações quantitativas sobre a performance ambiental da propriedade, oferecendo um apoio à tomada de decisão no processo de certificação participativa.

Embora se tenha alterado a finalidade do aplicativo proposto, ainda acredita-se que a metodologia emergética pode ser utilizada para aprimorar o processo de certificação participativa de alimentos. Entretanto, uma análise mais profunda dos procedimentos e princípios da certificação participativa deve ser realizada antes que essa proposta seja colocada em prática.

O Anexo A apresenta mais informações sobre o processo de certificação participativa de alimentos.

4.2. Preparando-se Para a Análise Emergética

O aplicativo proposto neste trabalho é acessado somente por usuários autorizados e pelos administradores e é dividido basicamente em quatro funções principais: *login* do usuário, cadastro de propriedades, análise emergética e administração (função restrita aos administradores do sistema).

Os usuários autorizados são aqueles que solicitaram a inclusão no sistema através da página de cadastro de novo usuário (Figura 9) e que tiveram a solicitação aprovada por um administrador do sistema.

O controle de acesso é realizado através do uso de um endereço de *e-mail* e uma senha, como apresentado na Figura 11. Caso o usuário esqueça sua senha, ele poderá recuperá-la confirmando seu endereço de *e-mail* e marcando a opção “Esqueci a senha”. Se o endereço de *e-mail* estiver cadastrado no banco de dados, um *e-mail* contendo a senha é enviado.

Para os objetivos da aplicação, a Análise Emergética é a função mais importante. Antes que o aplicativo possa ser utilizado para realizar uma análise emergética, ele deve ser inicialmente preparado tanto pelo usuário como pelos administradores.

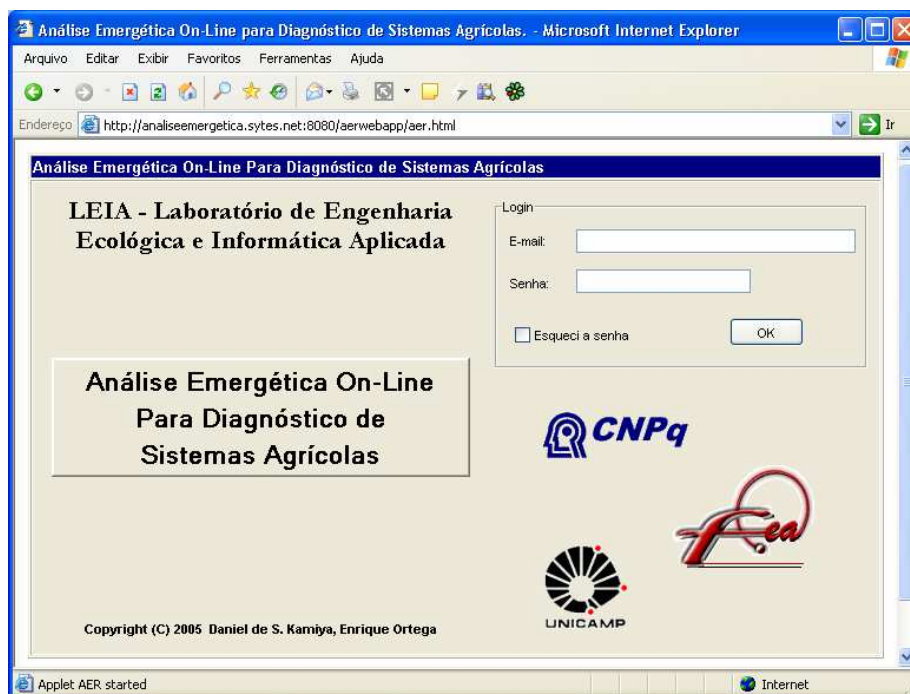


Figura 11: Tela de entrada do *applet* com o painel para o *login*.

O administrador é fundamental para o sistema, pois é ele quem inclui no banco de dados os recursos e produtos que poderão ser utilizados em uma análise emergética. As principais funções dos administradores do sistema são: (a) adição e exclusão de usuários; (b) inserir recursos e sua transformidade no banco de dados; (c) inserir produtos, sua composição química e seu valor calórico; e (d) manutenção de dados básicos para os cálculos do sistema, por exemplo, a cotação do dólar. Os administradores têm acesso a essas funcionalidades através do menu “Administrador”. Esse menu só está disponível na barra de menus quando o usuário do sistema é um administrador. A Figura 12 mostra a inclusão de um recurso por um administrador.

Figura 12: Inserção do recurso natural renovável “sol” no sistema.

Quando um usuário entra no aplicativo pela primeira vez, uma tela sem a barra de menus é apresentada para que ele informe seus dados pessoais (Figura 13). A barra de menus, que dá acesso às funcionalidades do aplicativo, torna-se disponível após o usuário inserir esses dados (Figura 14). Desta forma, o usuário é obrigado a cadastrar seus dados pessoais para ter acesso completo às funcionalidades do aplicativo.

The screenshot shows a web browser window titled "Análise Emergética On-Line para Diagnóstico de Sistemas Agrícolas. - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows the URL "http://analiseemergetica.sytes.net:8080/aerwebapp/aer.html". The main content area is titled "Cadastro dos Dados Pessoais" and contains a form with the following fields:

- Nome do usuário: Usuário
- Sobrenome: Teste
- Data de nascimento: 1 Janeiro 1971
- RG: 123456789-X
- CPF: 98765432136
- Nome do cônjuge: Usuária
- Sobrenome: Teste
- Número de filhos: 0
- Endereço: LEIA / DEA / FEA / UNICAMP
- Bairro: Barão Geraldo
- Município: Campinas
- Estado: SP
- CEP: 63256496
- Telefone: 32198752
- Fax: 63527896

At the bottom right of the form are two buttons: "Sair do Programa" and "Concluir".

Figura 13: Tela, sem barra de menus, para cadastro dos dados pessoais.

The screenshot shows the same web browser window after the registration process. The main content area now displays a message box with the text: "Muito obrigado!! Seus dados foram inseridos com sucesso." Above this message box is a horizontal menu bar with the following items: "Meu Cadastro", "Análise", "Relatório", "Sair", and "Ajuda".

Figura 14: Barra de menus disponível após o cadastro dos dados pessoais.

Antes de realizar uma análise emergética, o usuário deve fazer o cadastro das propriedades que deseja analisar (Figura 15, Figura 16 e Figura 17). O aplicativo permite que o usuário faça o cadastro de várias propriedades. As informações solicitadas no cadastro foram extraídas do Formulário Para Requerimento da Certificação Participativa utilizado pela Rede Ecovida de Agroecologia, e também do Questionário de Levantamento de Unidades Agroecológicas elaborado pela Embrapa Monitoramento por Satélite e Instituto de Economia da Unicamp. O cadastro registra dados sobre a ocupação do solo, produtos produzidos, indicadores sobre o meio ambiente, indicadores zootécnicos, insumos adquiridos de fora da propriedade, equipamentos e instalações existentes. Na proposta inicial do trabalho, esses dados forneceriam as informações qualitativas necessárias para o processo de certificação participativa, conforme discussão apresentada no item 4.1.

O cadastro da propriedade deve ser feito com atenção, pois alguns de seus dados serão utilizados na análise emergética, por exemplo, a área total da propriedade. Depois de cadastrada, a propriedade está apta para ser avaliada através da análise emergética.

A captura de tela mostra a interface de um aplicativo web no navegador Microsoft Internet Explorer. O título da janela é "Análise Emergética On-Line para Diagnóstico de Sistemas Agrícolas". A barra de endereços indica o URL "http://analiseemergetica.sytes.net:8080/aerwebapp/aer.html".

O conteúdo principal da página é o formulário "Cadastro da Propriedade". No topo, há uma barra de navegação com os links: "Meu Cadastro", "Análise", "Relatório", "Sair" e "Ajuda".

O formulário é dividido em duas seções principais:

- Ocupação do Solo:** Esta seção contém uma grade de campos de entrada para diferentes tipos de uso do solo, todos medidos em hectares (ha). Os dados inseridos são os seguintes:

Descrição	Valor (ha)
Área Total	29,70
Cultura Anual	2,50
Cultura Perene	3,00
Capoeiras	0,50
Reflorestamento	7,00
Estradas	0,30
Corpos D'Água	0,20
Pastagens	2,00
Instalações	1,00
Mata Natural	10,00
Outros	3,20
Área Cultivada	5,50
- Mão de obra utilizada:** Esta seção contém três opções de seleção com caixas de verificação:
 - ☒ Familiar
 - ☐ Contrada Permanente
 - ☒ Contratada Temporária

Na parte inferior direita do formulário, há um botão "Avançar".

Figura 15: Cadastro da Propriedade: Tela para inserir dados sobre ocupação do solo e mão-de-obra utilizada.

Análise Emergética On-Line para Diagnóstico de Sistemas Agrícolas

Meu Cadastro Análise Relatório Sair Ajuda

Cadastro da Propriedade

Indicadores Sobre Meio Ambiente

- ☒ Faço rotação de cultura
- ☐ Tenho solos degradados na propriedade
- ☐ Tenho problema com a qualidade da água
- ☒ Faço tratamento dos resíduos gerados
- ☒ Todas as culturas são produzidas de forma orgânica
- ☒ Utilizo práticas de conservação do solo
- ☐ O solo vem perdendo fertilidade
- ☒ Faço reflorestamento com espécie nativa
- ☒ Vejo animais e aves na propriedade
- ☐ Faço manejo integrado de pragas

Indicadores Sociais

- ☐ Uso assistência técnica pública
- ☒ Tenho comunicação telefônica
- ☒ Tenho escrituração agrícola com o mapa do imóvel
- ☒ Disponho de energia elétrica para uso residencial
- ☒ Tenho acesso a Internet e e-mail
- ☐ Uso assistência técnica privada
- ☒ Faço contabilidade
- ☒ Disponho de energia elétrica para produção agrícola
- ☒ Uso computador na propriedade
- ☐ Tenho renda extra-agrícola
- ☐ Uso crédito rural
- ☒ Sou proprietário do imóvel rural
- ☐ Tenho água encanada na residência

Applet AER started

Figura 16: Cadastro da Propriedade: Tela para inserir indicadores ambientais e sociais.

Análise Emergética On-Line para Diagnóstico de Sistemas Agrícolas

Meu Cadastro Análise Relatório Sair Ajuda

Cadastro da Propriedade

Equipamentos e Instalações

Escolha o tipo

- ☒ Equipamentos
- ☐ Instalações

Inserir Instalação/Equipamento

Nome: bomba de água
implementos
peneirador de café
placa fotovoltaica
tecelagem

Excluir	Nome	Tipo
☐	implementos	equipamento
☐	placa fotovoltaica	equipamento
☐	tecelagem	equipamento
☐	trator	equipamento
☐	casarão	instalação

Applet AER started

Figura 17: Cadastro da Propriedade: Tela para inserir os equipamentos e as instalações da propriedade.

4.3. A Análise Emergética Propriamente Dita

A análise emergética é a funcionalidade mais importante do aplicativo desenvolvido neste trabalho e por isso ela é descrita em detalhes nessa seção.

A Figura 18 apresenta esquematicamente como o aplicativo realiza uma análise emergética. Cada passo do esquema é explicado no decorrer dessa seção. As classes implementadas para representar os produtos, recursos e a análise emergética se encontram no pacote *aer.util* e também são discutidas.

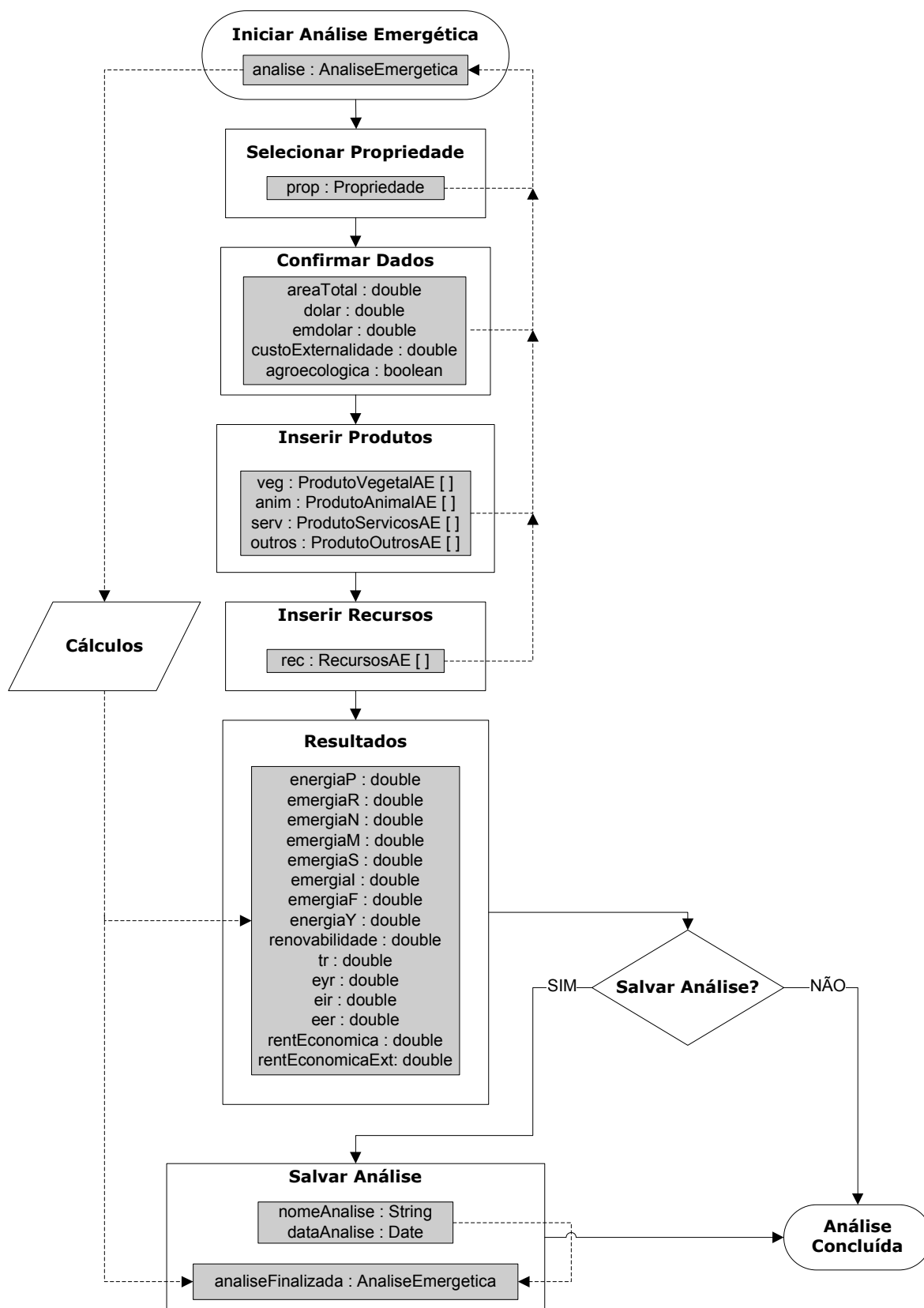


Figura 18: Esquema de uma análise emergética.

Uma análise emergética é representada por um objeto da classe *AnaliseEmergetica*. Os atributos dessa classe definem todas as informações de uma análise emergética, como mostra a Figura 19. No início da análise emergética, um objeto *AnaliseEmergetica* é instanciado para armazenar os dados da análise em seus atributos.

AnaliseEmergetica
<u>+ J POR KCAL: double</u> - idAnaliseEmergetica: int - data: Date - nomeAnalise: String - areaTotal: double - dolar: double - transfDinheiro: double - agroecologica: boolean - produtosVegetais: ProdutoVegetalAE - produtosAnimais: ProdutoAnimalAE - produtosOutros: ProdutoOutrosAE - produtosServicos: ProdutoServicosAE - recursos: RecursosAE - energiaR: double - energiaN: double - energiaM: double - energiaS: double - energiaF: double - energiaI: double - energiaY: double - energiaP: double - tr: double - eyr: double - eir: double - renovabilidade: double - eer: double - receitas: double - custos: double - rentEconomica: double - rentEconomicaExt: double - custoExternalidade: double - nutrientes: Nutrientes - propriedade: Propriedade

Figura 19: Atributos da classe *AnaliseEmergetica*.

Para realizar uma análise emergética, o usuário deve selecionar inicialmente a propriedade que será analisada (Figura 20). Em seguida, são apresentados para confirmação os valores da área da propriedade em ha, do *emdólar* em sej/US\$, da taxa de câmbio em R\$/US\$ e do custo das externalidades negativas em R\$/ano, como mostra a Figura 21. O valor da área da propriedade vem do cadastro da propriedade. Os valores do emdólar e do câmbio do dólar são provenientes da tabela *DolarAE* do banco de dados e são atualizados pelos administradores do sistema. Nesse mesmo painel o usuário ainda deve selecionar se o sistema é agroecológico ou não, através dos botões de seleção (Figura 21). Como foi apresentado no item 3.5, se o sistema for agroecológico o custo das externalidades negativas é considerado igual a zero. Se não for agroecológico esse custo é estimado em US\$ 360,00/ha.ano.

Analisando ainda o painel mostrado pela Figura 21, pode-se verificar a presença de dois botões com um ícone de interrogação (?). Esses botões estão presentes também em outros painéis da análise emergética e permitem o acesso a uma janela de ajuda que tem a função de facilitar o desenvolvimento da análise emergética, explicando os procedimentos a serem realizados e definindo os conceitos pouco usuais. A Figura 22 mostra um exemplo dessa janela de ajuda com a explicação do conceito de um sistema agroecológico.

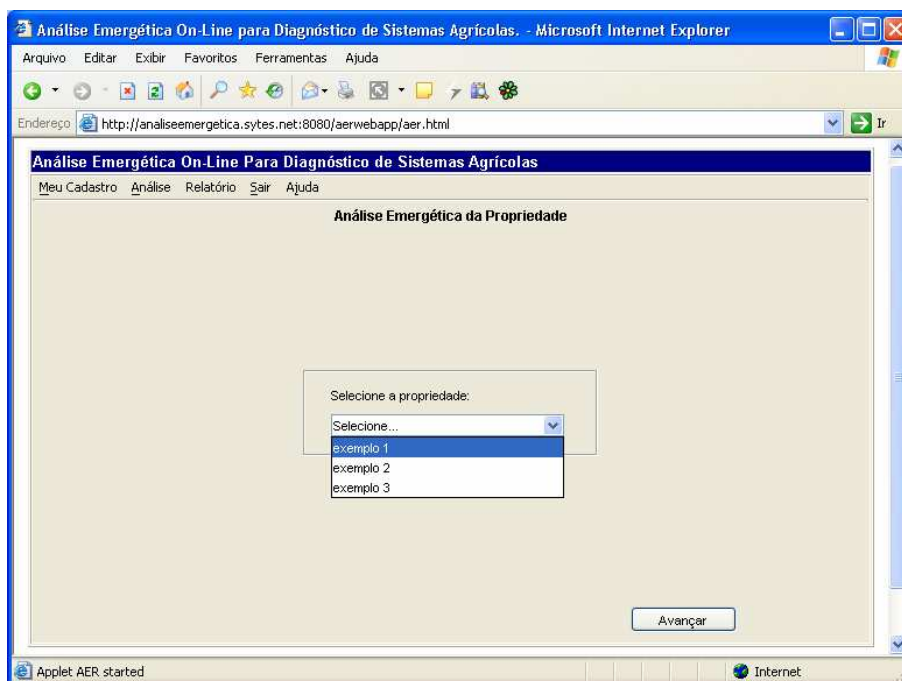


Figura 20: Painel para selecionar a propriedade que será analisada.

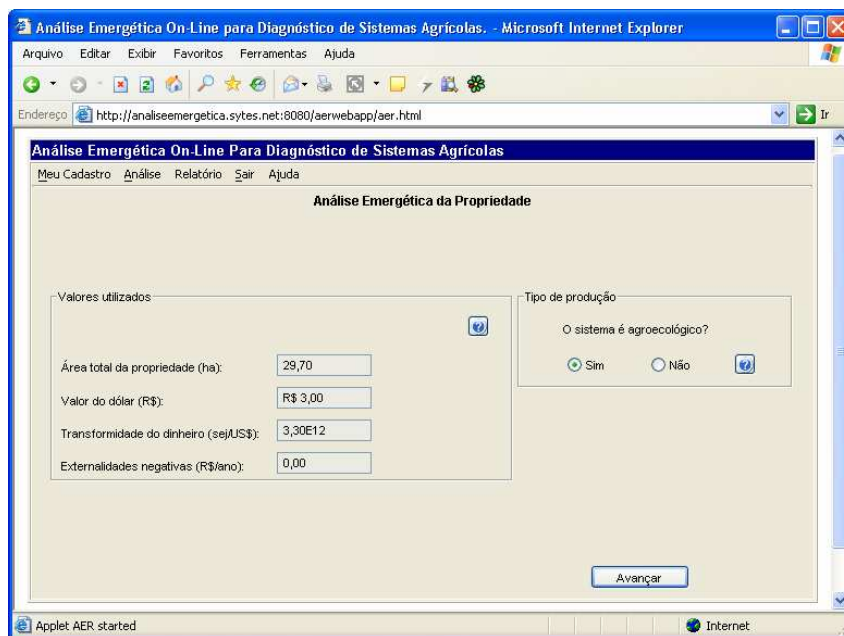


Figura 21: Painel para confirmação de valores e seleção do modelo de produção.

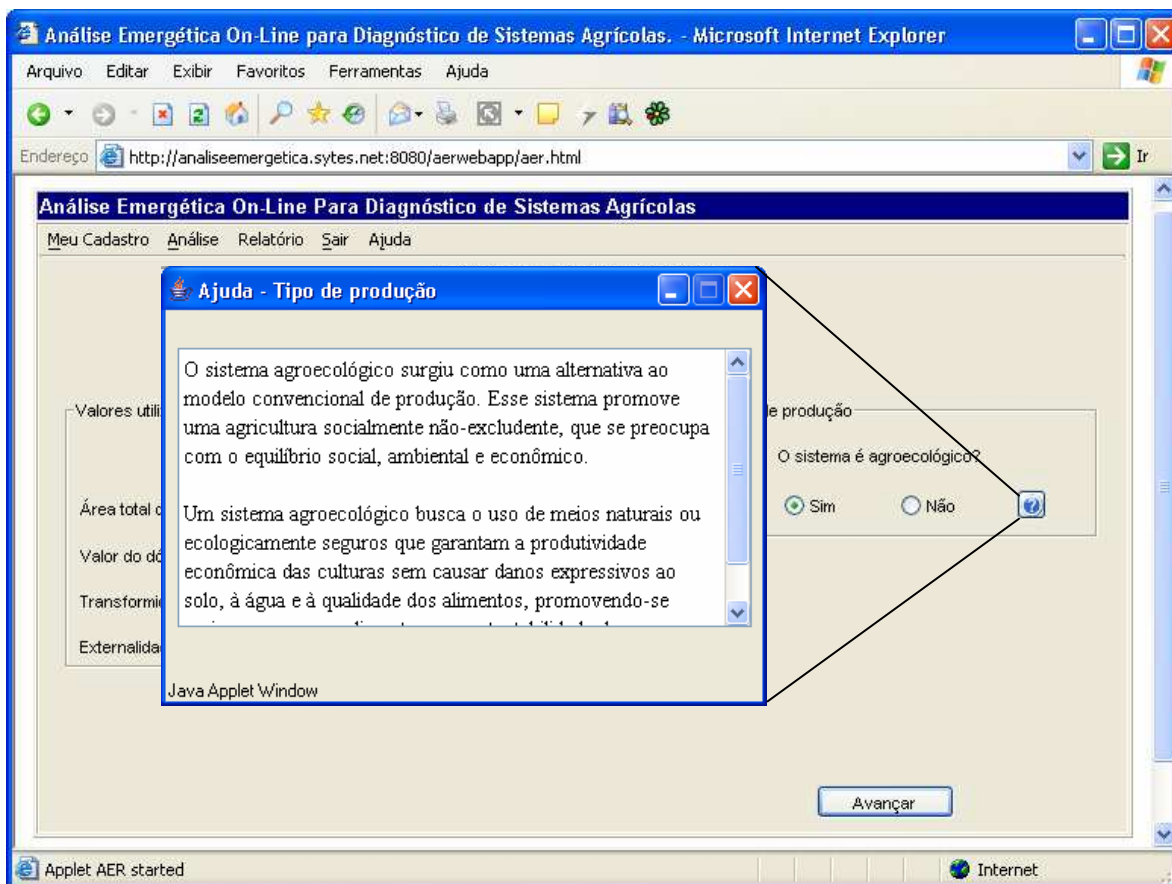


Figura 22: Destaque para a janela de ajuda da análise emergética.

Após a configuração inicial, abre-se o painel dos produtos que se dividem em vegetais, animais, serviços e outros produtos e são representados por objetos das classes *ProdutoVegetalAE*, *ProdutoAnimalAE*, *ProdutoServicosAE*, *ProdutoOutrosAE*, respectivamente. A classe *Produto* é a superclasse indireta dessas quatro classes. A Figura 23 mostra a hierarquia de classes para os produtos e seus atributos. Cada tipo de produto possui um *array* que armazena os objetos que representam os produtos daquele determinado tipo. Para inserir os produtos, deve-se escolher o tipo de produto e clicar no botão “Adicionar Produto” (Figura 24). Uma janela auxiliar, com os produtos daquele tipo armazenados no banco de dados, é aberta para que o usuário selecione aqueles que foram produzidos. A Figura 25 ilustra um exemplo da janela auxiliar. Os produtos selecionados são apresentados em uma tabela onde o usuário deverá inserir os valores da quantidade produzida, área utilizada e preço de venda para cada um dos produtos, conforme pode ser visto na Figura 26. Esses valores são passados aos atributos dos objetos que representam os produtos e no final dessa etapa os *arrays* contendo esses objetos são associados ao objeto *AnaliseEmergetica*, definindo assim os produtos da propriedade para essa análise emergética.

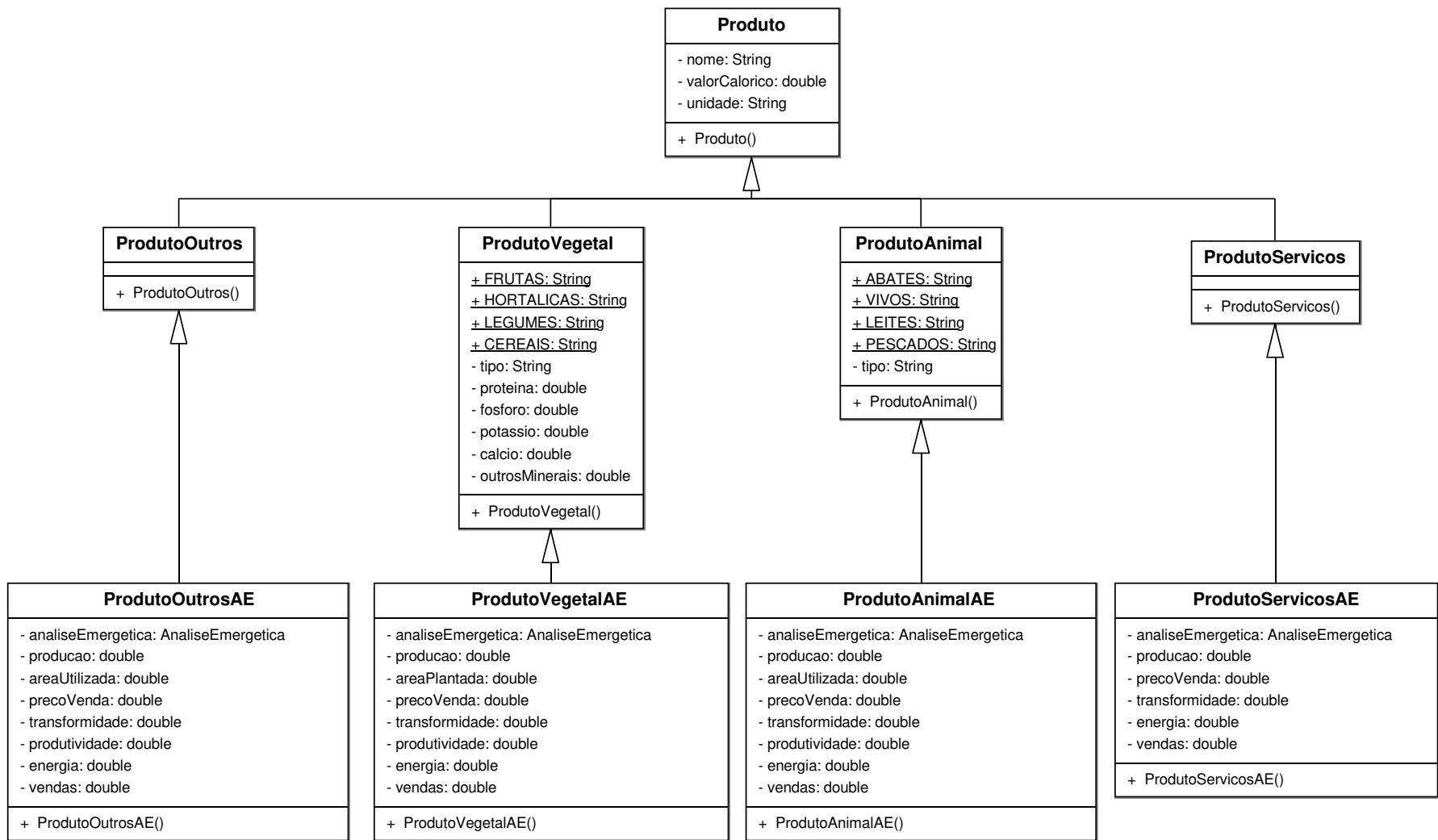


Figura 23: Hierarquia da herança dos produtos e seus atributos.

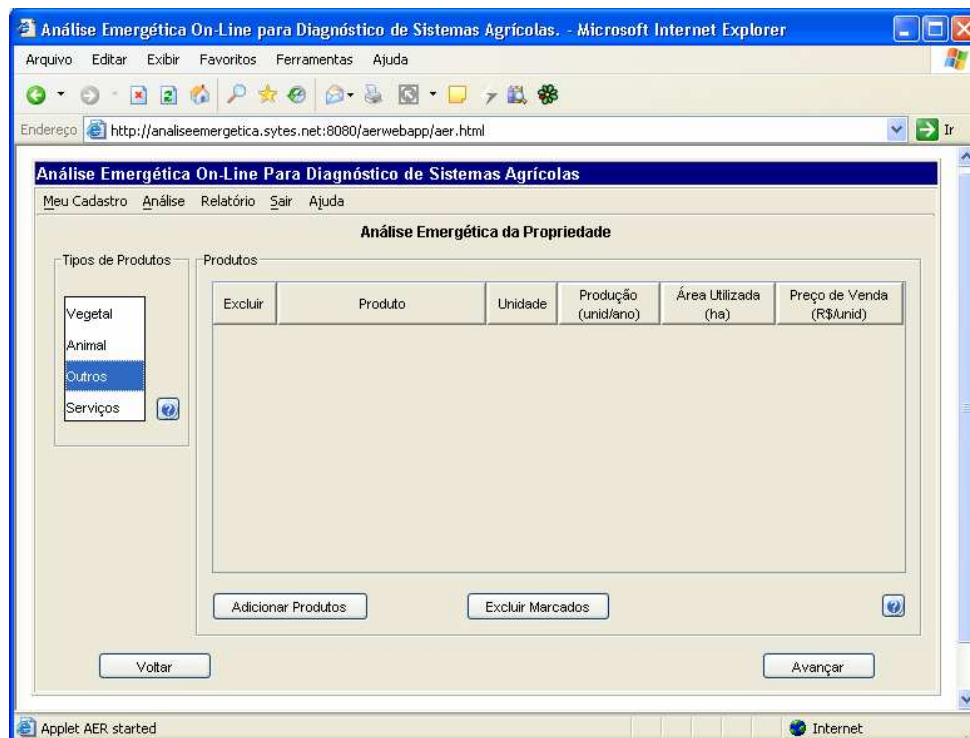


Figura 24: Painel dos produtos: destaque para a lista com os tipos de produtos e para o botão “Adicionar Produtos”.

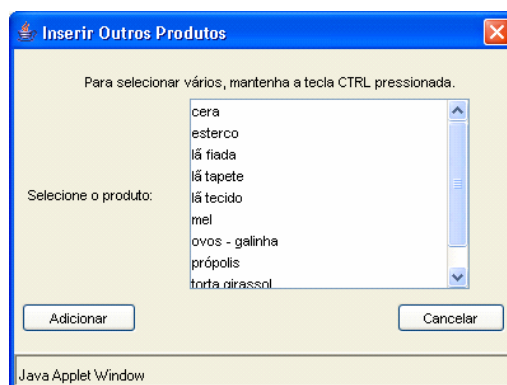


Figura 25: Exemplo da janela auxiliar para seleção de produtos.

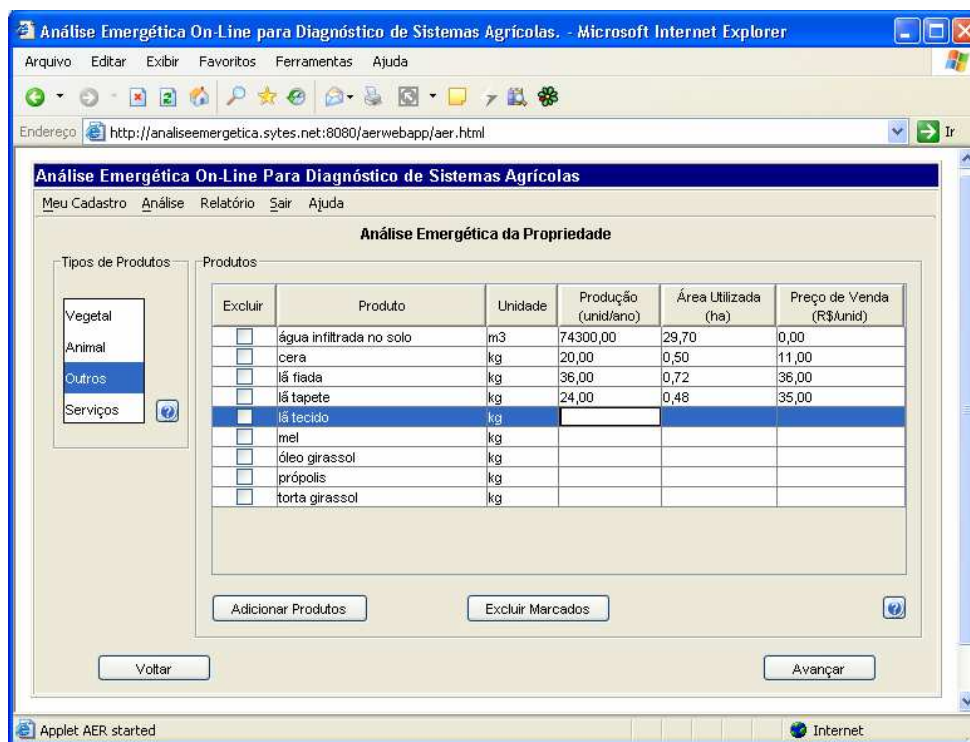


Figura 26: Painel dos produtos: destaque para a tabela, na qual o usuário insere os dados relativos aos produtos.

No próximo painel o usuário deverá inserir os recursos que foram utilizados no sistema agrícola. Existem quatro tipos de recursos: naturais renováveis, naturais não-renováveis, materiais e serviços. Os materiais ainda se subdividem em insumos e depreciação de instalações e equipamentos. Para selecionar os recursos utilizados, deve-se escolher o tipo de recurso e clicar no botão “Adicionar Recursos”, conforme apresenta a Figura 27. Uma janela para a adição de recursos se abre e o usuário poderá selecionar os recursos daquele tipo que foram utilizados. A Figura 28 exibe um exemplo dessa janela. Os recursos selecionados são apresentados em uma tabela que também mostrará o valor numérico da quantidade anual por hectare de cada recurso e sua unidade. O valor da quantidade de cada recurso é calculado por meio de uma janela auxiliar que solicita os dados necessários para o seu cálculo e o custo monetário do recurso se ele for proveniente da economia. Um exemplo dessa janela auxiliar é mostrado na Figura 29. Os dados solicitados estão sempre em unidades que são de conhecimento do usuário comum (kg, litros, R\$) e a conversão para unidades utilizadas na análise emergética é de responsabilidade do programa. A Figura 30 apresenta a tabela com os valores calculados das quantidades dos recursos.

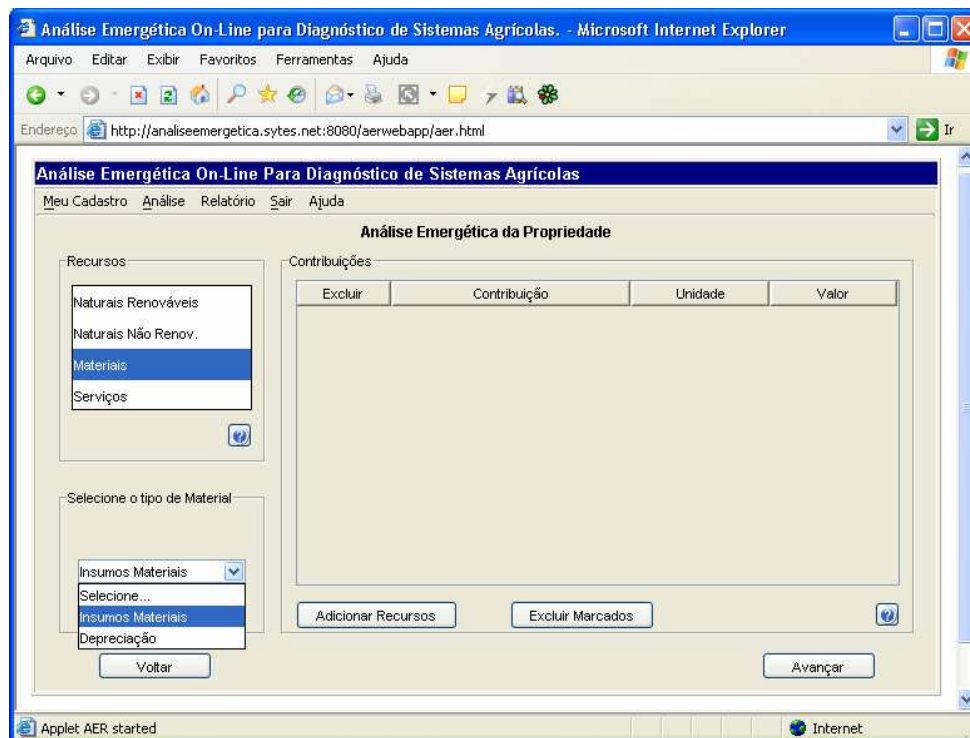


Figura 27: Painel dos recursos: destaque para a lista com os tipos de recursos, para a caixa de listagem com o tipo de material e para o botão “Adicionar Recursos”.

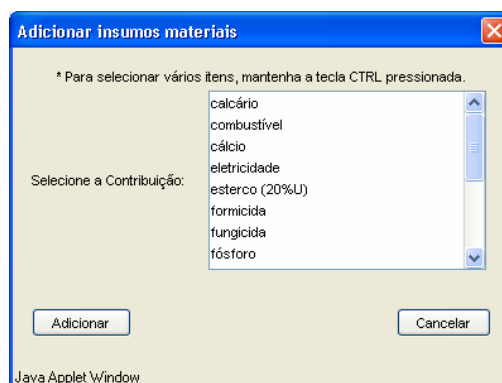


Figura 28: Exemplo da janela para seleção de recursos utilizados.

Editar Parâmetros - combustível

Nome da contribuição: combustível

Cálculo - (Aperte ENTER para confirmar valor digitado na tabela)

Parâmetro	Unidade	Valor
consumo	litros/ano	500,00

Calcular Resultado: 5,29E7 J/ha.ano

Custos
Valor gasto (R\$/ano): 2280,00

OK Cancelar

Java Applet Window

Figura 29: Exemplo da janela auxiliar para o cálculo do valor anual médio de um recurso.

Análise Emergética On-Line Para Diagnóstico de Sistemas Agrícolas - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço: http://analiseemergetica.sytes.net:8080/aerwebapp/aer.html

Análise Emergética On-Line Para Diagnóstico de Sistemas Agrícolas

Meu Cadastro Análise Relatório Sair Ajuda

Análise Emergética da Propriedade

Recursos

- Naturais Renováveis
- Naturais Não Renov.
- Materiais**
- Serviços

Selecione o tipo de Material

Insumos Materiais

Contribuições

Excluir	Contribuição	Unidade	Valor
☐	combustível	J/ha.ano	5,29E7
☐	eletricidade	J/ha.ano	3,88E8
☐	materiais para manutenção	US\$/ha.ano	12,91

Adicionar Recursos Excluir Marcados

Voltar Avançar

Applet AER started Internet

Figura 30: Painel dos recursos: destaque para a tabela com os valores calculados das quantidades dos recursos.

Baseando-se no trabalho de Agostinho (2005), as fontes de nitrogênio atmosférico e minerais do solo são consideradas como recursos renováveis se o modelo de produção for o agroecológico. Segundo o autor, o uso desses minerais em um sistema agroecológico não excede o processo de produção geológico, sendo, portanto, renovável.

O valor da quantidade dos minerais, em kg/ha.ano, é calculado pelo aplicativo através de um balanço dos nutrientes retirados do solo pelos produtos vegetais que foram inseridos na etapa anterior. Esse cálculo é possível, pois quando um produto vegetal é inserido no banco de dados, insere-se também a quantidade de proteína, potássio, fósforo, cálcio e “outros minerais” existentes em 100 g desse produto. A Figura 31 mostra o nitrogênio atmosférico e os minerais do solo sendo considerados como recursos naturais renováveis.

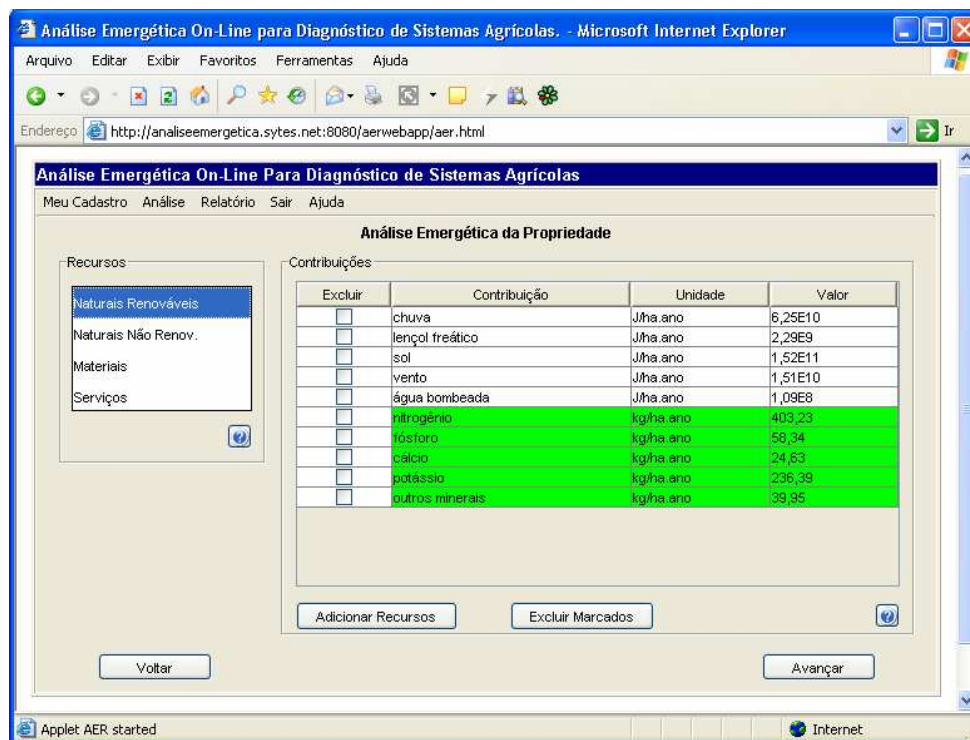


Figura 31: Nitrogênio atmosférico e minerais do solo são considerados como recursos naturais renováveis em sistemas agroecológicos.

A classe que representa um recurso numa análise emergética é a *RecursosAE*, uma subclasse direta de *Recursos*. A Figura 32 apresenta os atributos da classe *RecursosAE* e sua hierarquia de herança. Cada linha da tabela de recursos possui um objeto *RecursosAE* que armazenará os dados do recurso em seus atributos. Os objetos com os dados dos recursos são vinculados ao objeto *AnáliseEmergetica* através de um array do tipo *RecursosAE*.

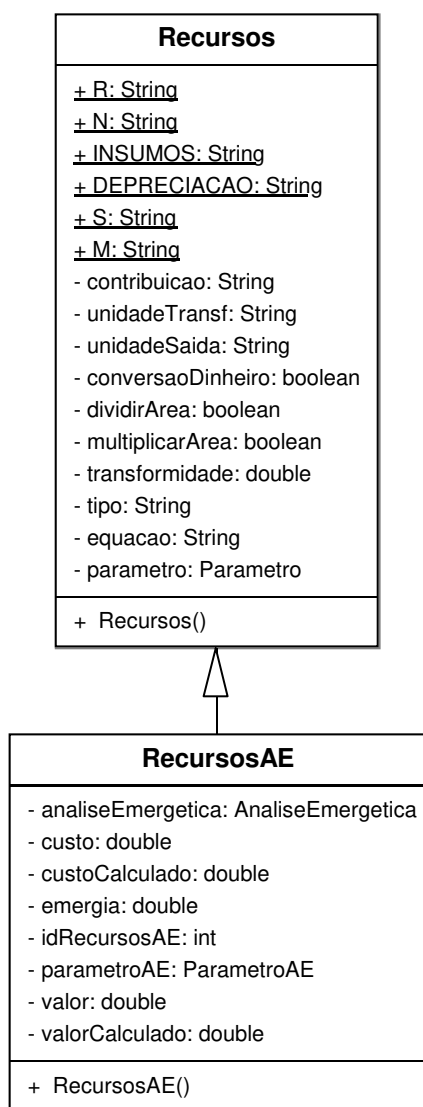


Figura 32: Hierarquia de herança e atributos da classe *RecursosAE*.

Depois que os dados dos produtos e recursos foram fornecidos, o aplicativo abre o painel para a apresentação dos resultados da análise emergética, como mostra a Figura 33. Esse painel é dividido em 3 áreas diferentes: fluxos de energia, índices emergéticos e índices econômicos. O sistema faz os cálculos e apresenta como resultado os seguintes valores:

- Energia total dos produtos (E_p)
- Energia dos Recursos Naturais Renováveis (R)
- Energia dos Recursos Naturais Não Renováveis (N)
- Energia dos Materiais (M)
- Energia dos Serviços (S)
- Energia da contribuição da natureza ($I=R+N$)
- Energia da contribuição da economia ($F=M+S$)
- Índices Emergéticos (Transformidade, Renovabilidade, EYR, EIR, EER)
- Rentabilidade Econômica (com e sem externalidades negativas)

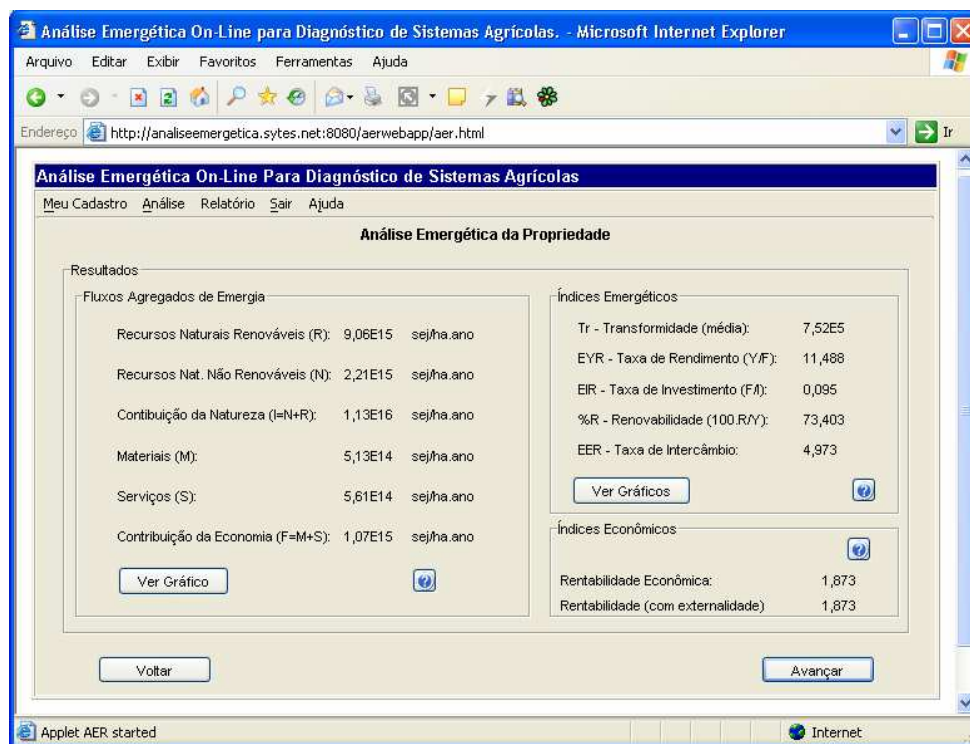


Figura 33: Painel que apresenta os resultados da análise emergética.

O cálculo desses valores é realizado pelo método *calcularAnaliseEmergetica* da classe *Calculos*. Esse método recebe um objeto *AnaliseEmergetica* contendo produtos e recursos e retorna esse mesmo objeto com os fluxos de energia, índices emergéticos e econômicos calculados e definidos. A classe *Calculos* possui outros métodos que também são utilizados durante a análise emergética. A Figura 34 apresenta o diagrama da classe *Calculos*.

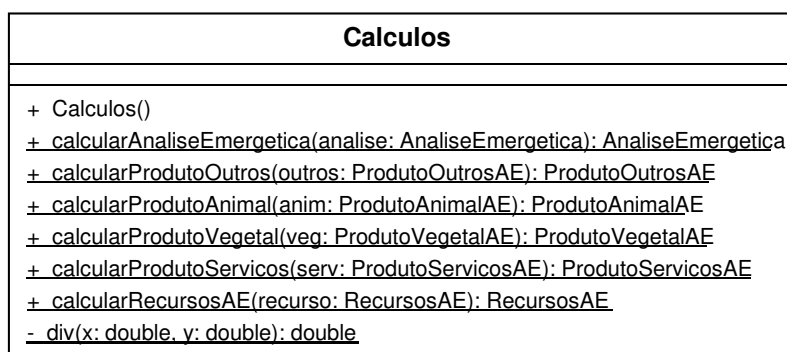


Figura 34: Diagrama da classe *Calculos*.

Os fluxos de energia e índices emergéticos também podem ser visualizados graficamente. O gráfico dos fluxos emergéticos (Figura 35) tem um formato de pizza e mostra a porcentagem dos fluxos emergéticos de entrada em relação a energia total. Os gráficos dos índices emergéticos Renovabilidade, EYR, EIR e EER (Figura 36) são gráficos de barras e permitem comparar os valores dos índices emergéticos com valores de referência considerados bons.

Para a construção dos gráficos foram implementadas as classes *Grafico* (Figura 37) e *GraficoServlet*. Utilizou-se também o pacote *JFreeChart* que é uma API de distribuição livre adequada para o desenvolvimento de gráficos estatísticos. Quando o usuário clica no botão “ver gráfico”, os dados para a geração do gráfico são passados para o objeto *Grafico* que é em seguida enviado para o *servlet GraficoServlet*. Este *servlet* possui um método privado chamado *criarGrafico* que é responsável por gerar o gráfico. A definição do método *criarGrafico* espera um argumento do tipo *Grafico* e define *JFreeChart* como tipo de valor de retorno. Para criar uma imagem do gráfico, *GraficoServlet* usa o método *createBufferedImage* da classe *JFreeChart*. Essa imagem será codificada no formato PNG e transformada em um *array* de *bytes* que é enviado na

resposta para o *applet*. O motivo de se criar um *array* de *bytes* é o fato da classe *BufferedImage* não ser serializada, não podendo, portanto, ser transferida remotamente por uma conexão de rede. No *applet* um objeto *Image* é criado a partir do *array* de *bytes* da imagem. Esse objeto *Image*, representando a imagem do gráfico, é adicionado como um ícone de imagem num *JLabel* que será exibido para o cliente em uma janela auxiliar.

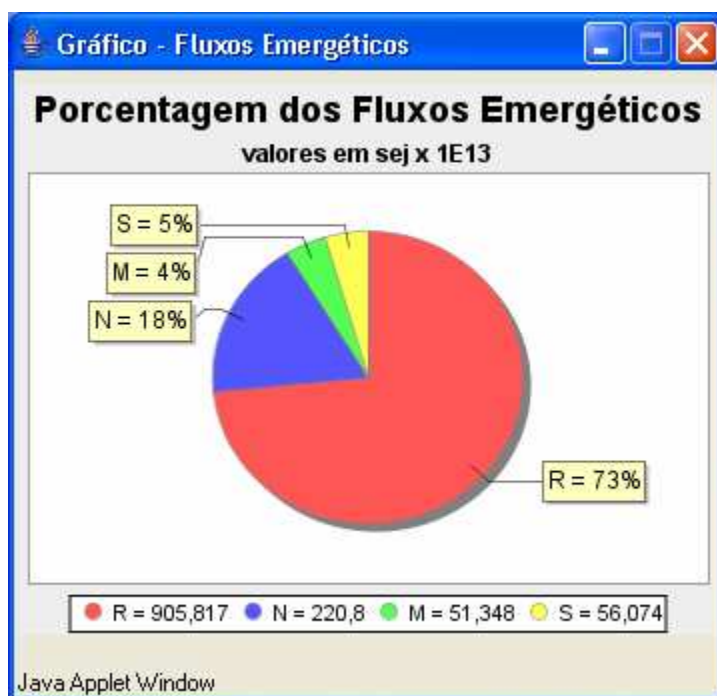
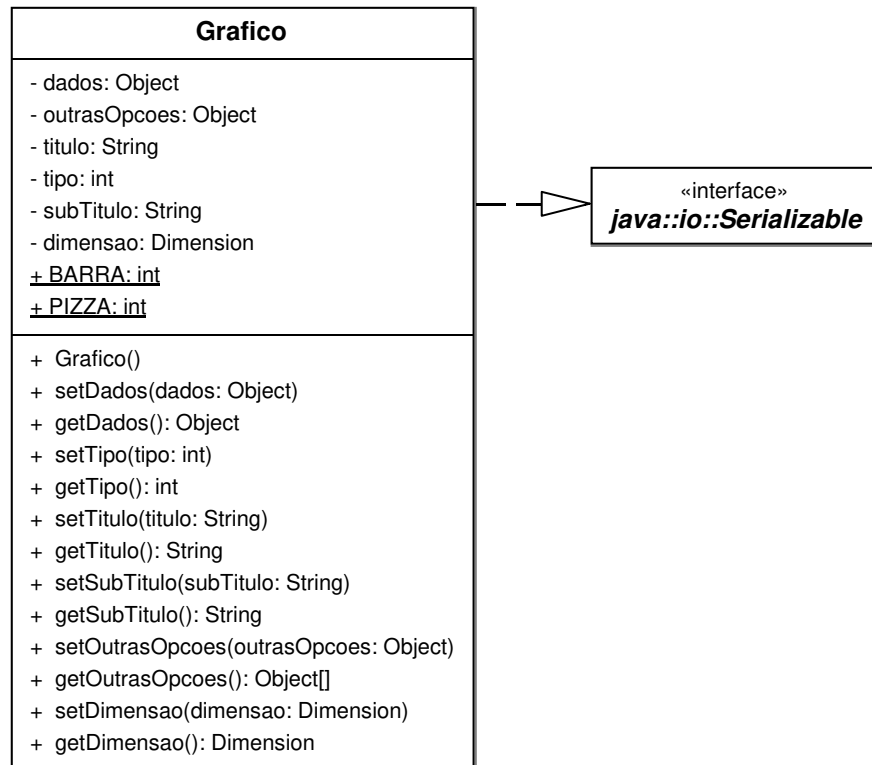


Figura 35: Gráfico dos fluxos emergéticos.



Figura 36: Gráficos dos índices emergéticos.

Figura 37: Diagrama da classe *Grafico*.

Depois de visualizar os resultados, o usuário pode optar por salvar a análise emergética no banco de dados, podendo visualizá-la ou alterá-la num outro momento, ou simplesmente sair dessa funcionalidade (Figura 38). Para salvar uma análise emergética o usuário deve dar um nome para a análise, como ilustra a Figura 39. O aplicativo permite que sejam armazenadas até 5 análises por propriedade. No painel para salvar a análise emergética ele pode ver as análises que estão armazenadas e excluir as que não forem mais necessárias, liberando espaço para novas análises. Quando o botão “Salvar” é clicado, o objeto *AnaliseEmergetica*, que contém todas as informações sobre a análise emergética realizada, é enviado para o *servlet AnaliseEmergeticaServlet*. Esse *servlet* é responsável por inserir os dados da análise emergética no banco de dados. Se não houver erro na inserção, o *applet* apresenta um painel informando que a análise emergética foi salva com sucesso.

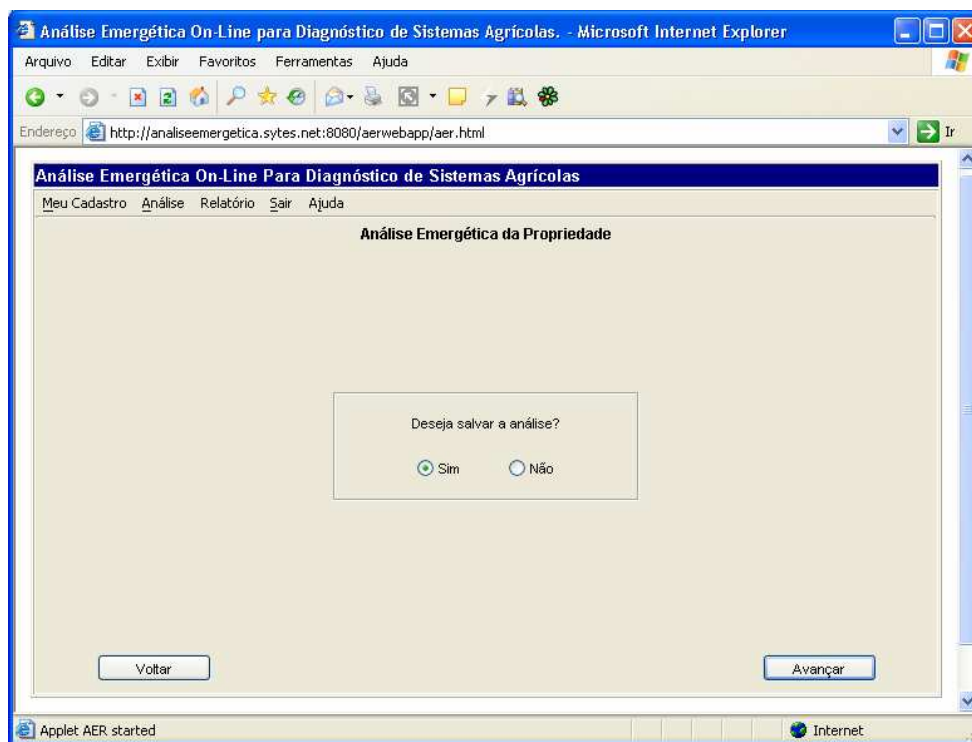


Figura 38: Painel para o usuário escolher se deseja ou não salvar a análise emergética.

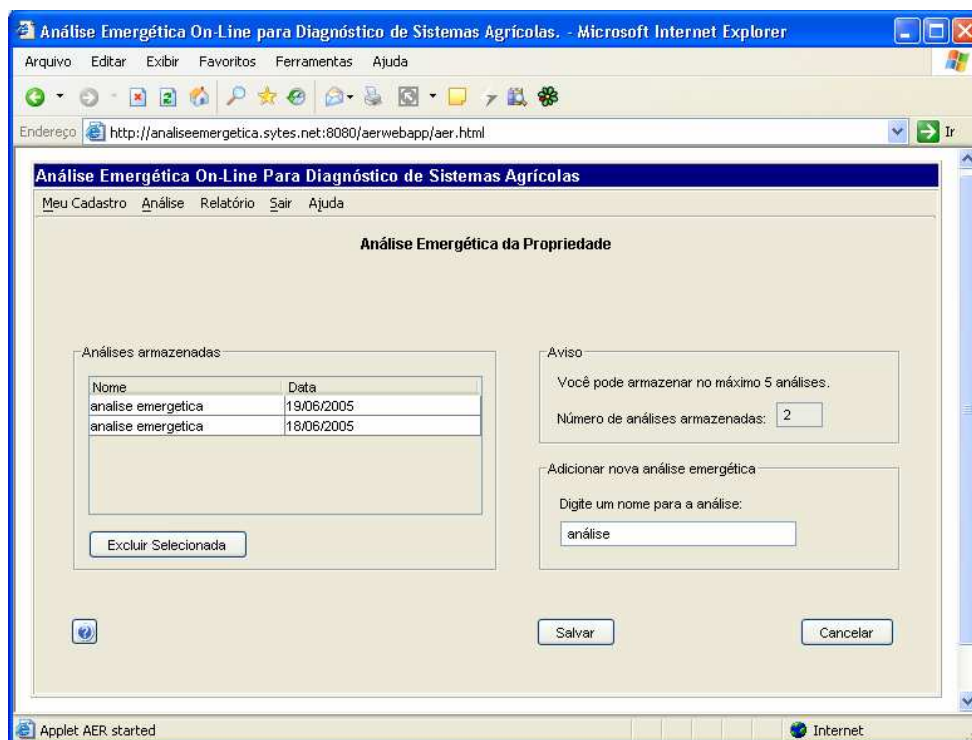


Figura 39: Painel para salvar a análise emergética.

Por fim, através do menu “Relatório”, presente na barra de menus, é possível gerar um relatório contendo os dados pessoais do usuário, dados cadastrais da propriedade e valores de uma análise emergética dessa propriedade. O relatório pode ser visualizado no próprio aplicativo, impresso ou enviado para o endereço de *e-mail* do usuário, conforme ilustra a Figura 40. Para a apresentação do relatório optou-se pelo uso do *Template Engine Velocity* visto que essa ferramenta é ideal para qualquer tipo de programa Java que necessite de formatação de dados e apresentação dos mesmos. O *template* *relatorio.vm* descreve a estrutura de formatação do relatório e contém as diretivas indicando valores a serem inseridos e ações a serem executadas pelo aplicativo. O *servlet RelatorioServlet* foi implementado para processar os *templates* do Velocity. Esse *servlet* estende uma classe básica do pacote do Velocity chamada *VelocityServlet* e implementa o método *handleRequest* que é responsável por retornar o objeto *Template* que será processado na classe base *VelocityServlet*. Como resultado, tem-se um relatório em formato HTML que é apresentado pelo *applet* ao cliente através de um painel do tipo *JEditorPane*.

No Apêndice A encontram-se os relatórios do estudo de caso que será apresentado no Capítulo 6 desta dissertação.

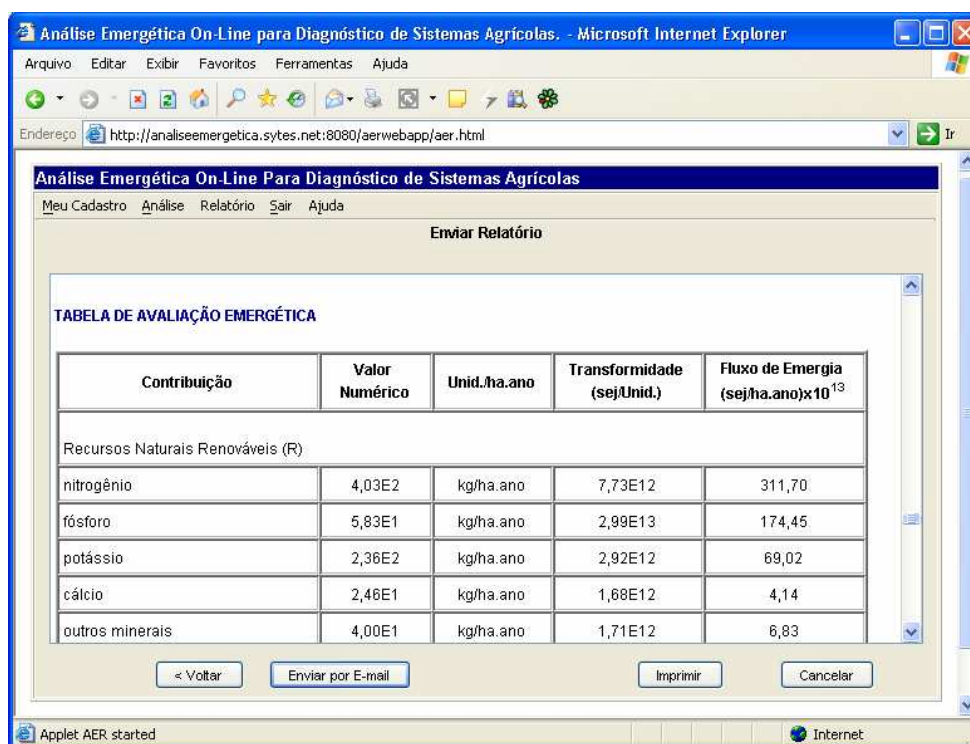


Figura 40: Relatório da análise emergética.

DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO PROPOSTO

Este capítulo apresenta os principais conceitos, ferramentas e métodos utilizados no desenvolvimento do aplicativo proposto. O item 5.1 faz uma descrição de várias tecnologias utilizadas para desenvolvimento de aplicativos Web e depois apresenta quais tecnologias foram escolhidas para implementar o aplicativo proposto. O item 5.2 aborda o processo de desenvolvimento do aplicativo, discutindo o ambiente de desenvolvimento utilizado, a arquitetura proposta e a forma como essa arquitetura foi implementada. Por fim, o item 5.3 analisa as dificuldades encontradas no desenvolvimento do aplicativo proposto neste trabalho.

5.1. Tecnologias Para Desenvolvimento de Aplicativos Web

Este item procura explicar o que são aplicativos Web e quais as arquiteturas e tecnologias utilizadas no seu desenvolvimento. Tais tecnologias envolvem recursos para o processamento no servidor e bancos de dados. Uma ênfase foi dada à linguagem Java por ela ter sido utilizada no desenvolvimento do aplicativo proposto. No final deste item, discute-se, dentre essas tecnologias, quais as que foram escolhidas para implementar o aplicativo proposto.

5.1.1. O Que São Aplicativos Web?

Basicamente, um aplicativo Web é uma aplicação servidora, acessada através de *browsers* da Web, que atende a solicitações de clientes.

Um aplicativo Web pode ser tão simples quanto uma pesquisa de palavra-chave em um armazenamento de documentos ou tão complexa quanto uma loja eletrônica virtual.

O desenvolvimento de aplicativos Web vem se popularizando mais a cada dia tanto em *Intranet* como na Internet. Novas arquiteturas para o desenvolvimento de *software* como servidores de aplicação que separam a lógica de programação dos servidores de banco de dados e servidores Web estão trazendo maior flexibilidade aos aplicativos Web e impulsionam ainda mais o seu desenvolvimento.

Dois paradigmas são mais utilizados para desenvolvimento de aplicativos Web. O primeiro paradigma é do tipo cliente-servidor tradicional em duas camadas (Figura 41). Neste sistema, toda carga de trabalho está nos ombros do computador cliente, e o servidor simplesmente atua como um controlador de tráfego entre o cliente e os dados. O segundo paradigma é baseado em uma arquitetura de três camadas. A primeira contém a camada de apresentação, a segunda, ou camada central, consiste na camada de lógica comercial e a terceira contém a de dados. A razão mais atraente para se colocar uma camada do meio entre o cliente e a nossa fonte de dados definitiva é que o *software* na camada do meio pode incluir a lógica comercial. A lógica comercial resume as tarefas complicadas de baixo nível (como atualizar as tabelas do banco de dados) nas tarefas de alto nível (colocando uma ordem), tornando a operação inteira mais simples e segura (KURNIAWAN, 2002, HUNTER; CRAWFORD, 2001).

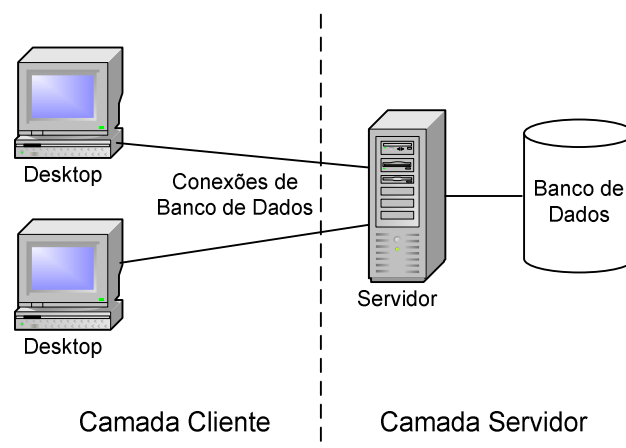


Figura 41: Arquitetura de duas camadas.

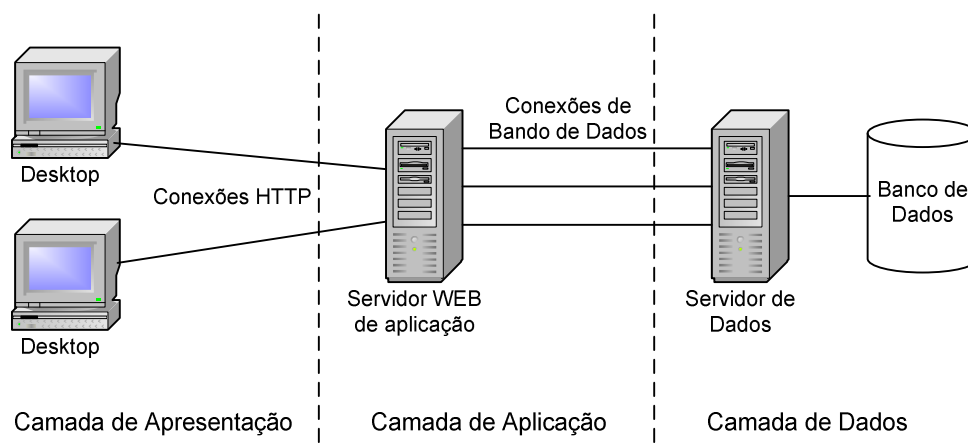


Figura 42: Arquitetura de três camadas.

5.1.2. Tecnologias de Conteúdo Dinâmico na Web

A aplicação mais simples da Web envolve a transmissão de documentos estáticos, isto é, documentos que não mudam (Figura 43). Novas versões do documento podem ser colocadas no servidor, mas a qualquer momento, cada solicitação por aqueles documentos retorna exatamente os mesmos resultados. Em tais situações, o servidor Web precisa apenas localizar o arquivo correspondente ao documento solicitado e responder ao navegador Web com o conteúdo daquele arquivo.

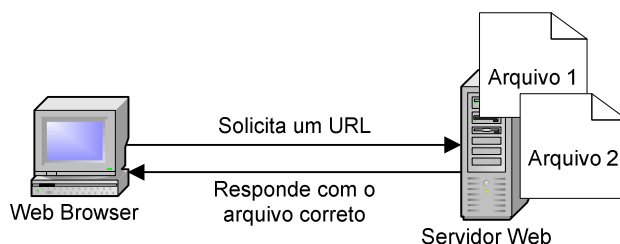


Figura 43: Sites da Web estáticos transmitem apenas arquivos simples e estáticos. Adaptado de Fields et al. (2002).

No entanto, a maioria dos dados fornecidos através da Web, hoje, tem natureza dinâmica. O conteúdo da Web dinâmico exige que o servidor faça algum processamento adicional da solicitação correspondente, a fim de gerar uma resposta personalizada.

Desta forma, várias tecnologias específicas para a Web foram desenvolvidas para permitir aos programadores projetar *sites* que respondam dinamicamente às solicitações enviadas pelo *browser* ao servidor.

A seguir, são apresentadas as principais tecnologias para o desenvolvimento de *sites* da Web dinâmicos (FIELDS et al., 2002, KURNIAWAN, 2002).

5.1.2.1. Common Gateway Interface (CGI)

O primeiro padrão para conteúdo da Web dinâmico se baseava na *Common Gateway Interface*, ou CGI, que especificava um mecanismo para servidores da Web passarem as informações da solicitação para programas externos, que eram então rodados pelo servidor da Web para gerar respostas no tempo de execução. Como mostrado na Figura 44, quando um servidor Web recebe uma solicitação para acessar um programa CGI, ele executa aquele programa e lhe transmite as informações daquela solicitação. O programa CGI executa e envia sua resposta de volta para o servidor, que transmite essa resposta para o *browser*.

A linguagem Perl é uma linguagem popular para escrever programas de CGI, mas nada impede que os programas CGI sejam escritos em C, LISP ou mesmo Java. O padrão CGI simplesmente define uma série de convenções que, quando seguidas, permitem que os programas se comuniquem com os servidores Web e assim respondam as solicitações.

A falha em CGI é que cada solicitação de cliente faz o servidor Web reproduzir um novo processo do programa CGI solicitado. Criar um processo para toda solicitação requer tempo e recursos significativos do servidor, o que limita o número de solicitações que um servidor Web pode controlar simultaneamente.

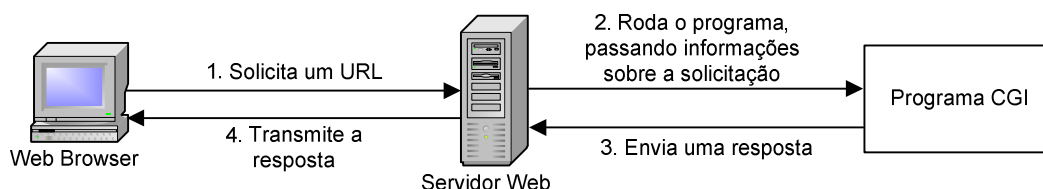


Figura 44: Para responder dinamicamente, um servidor Web pode executar um programa CGI para tratar uma solicitação Web. Adaptado de Fields et al. (2002).

5.1.2.2. ColdFusion

O ColdFusion, da Allaire, fornece um conjunto de *tags* do tipo HTML que inicialmente visavam embutir consultas de banco de dados em uma página da Web, mas desde então, foram estendidas para suportar uma ampla variedade de fontes de dados para geração de conteúdo dinâmico. A vantagem da adoção de *tags* do tipo HTML é a existência de um único estilo consistente de sintaxe ao longo da página; as *tags* ColdFusion são confortáveis para *designers* da Web porque elas se parecem com outras *tags* presentes no documento.

5.1.2.3. PHP

PHP é uma tecnologia de fonte aberta, que amadureceu nos últimos anos. A tecnologia oferece fácil desenvolvimento de aplicativos Web, com seu gerenciamento de sessão, suporte para acesso de banco de dados e extensões para se comunicar com outros recursos de rede. A quantidade de desenvolvedores usando PHP como sua tecnologia de escolha vem aumentando nos últimos anos.

5.1.2.4. Active Server Pages (ASP)

A tecnologia *Active Server Pages* (ASP) suporta múltiplas linguagens de criação de *scripts*, incluindo PerlScript e Jscript, mas a linguagem de criação de *scripts* padrão é a VBScript, um subconjunto da linguagem de programação popular Visual Basic. A VBScript inclui suporte para acessar componentes AtiveX, que são objetos de código compilados que podem encapsular virtualmente qualquer funcionalidade, incluindo acesso a banco de dados e manipulação de arquivos.

5.1.2.5. Java Applets, Java Servlets e JavaServer Pages (JSP)

Applets, *Servlets* e *JavaServer Pages* (JSP) são tecnologias baseadas na linguagem Java e serão explicadas em mais detalhes no subitem 5.1.4.

5.1.3. Banco de Dados

É difícil encontrar um aplicativo Web hoje que não utilize um banco de dados. Mensagens *on-line*, lojas eletrônicas virtuais, mecanismos de busca, informações de registro de usuários são apenas alguns dos recursos comumente gerenciados através de um banco de dados.

De forma simplificada, um banco de dados é uma estrutura em que os dados são armazenados para futura consulta. Essas estruturas organizam os dados e oferecem recursos de busca que facilitam a obtenção e a manutenção desses dados.

O método ou mecanismo organizado usado para manter os dados é referido como um sistema de gerenciamento de banco de dados (*Database Management System - DBMS*). Um sistema gerenciador de banco de dados nada mais é do que uma ferramenta computacional que, entre outras tarefas, automatiza a construção e o gerenciamento de um banco de dados a partir de seu modelo. Tais sistemas têm como características principais a criação, alimentação, alteração e manutenção de banco de dados.

A maioria dos sistemas de gerenciamento de banco de dados desenvolvidos recentemente utiliza o modelo relacional, devido ao fato de que, nestes sistemas, o acesso aos dados é mais rápido e eficiente, além de ser baseado em noções simples e intuitivas. No nível mais básico, um banco de dados relacional organiza os dados em tabelas. Essas tabelas são organizadas em linhas e colunas, muito parecido com uma planilha. Determinadas linhas e colunas em uma tabela poderão ser relacionadas a uma ou mais linhas e colunas em outra tabela (Figura 45).

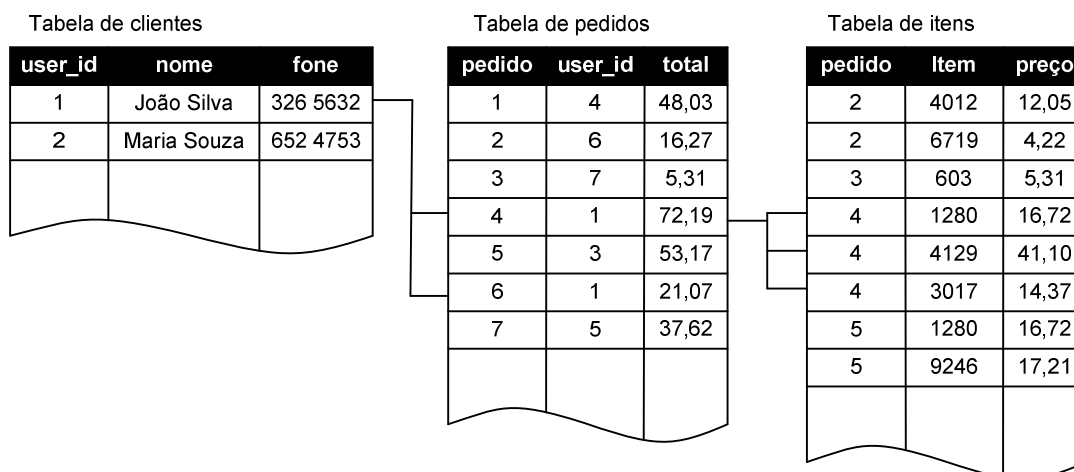


Figura 45: As tabelas relacionadas. Adaptado de Hunter e Crawford (2001).

Atualmente são muitas as boas opções de sistemas de gerenciamento de banco de dados relacionais. Existem bancos de dados livres como o PostgreSQL e o MySQL, e comerciais, como Oracle, Informix, DB2 e Sybase, sendo estes mais voltados ao mercado corporativo. A escolha de cada tipo de banco de dados vai depender da necessidade de segurança, desempenho, escalabilidade da aplicação e das limitações financeiras.

5.1.4. Desenvolvendo Aplicações Para Web com Java

Java é uma linguagem de programação muito conveniente para o desenvolvimento de *software* que funcione em conjunto com a Internet. Ela também é uma linguagem de programação orientada a objetos que utiliza uma metodologia que está se tornando cada vez mais útil no mundo do *design* de *software*. Além disso, ela é uma linguagem multiplataforma, o que significa que seus programas podem ser criados para executar do mesmo modo em diferentes sistemas operacionais (LEMAY; CADENHEAD, 1999).

Inicialmente, a maioria do entusiasmo pela Java girou em torno de suas capacidades para a montagem de aplicações incorporadas para a Web; essas aplicações são chamadas *applets*. *Applets* poderiam ser programas independentes por si ou, então, *front-ends* sofisticados para programas executados em servidor. Com Java 2, o interesse passou para outras áreas. A inclusão das classes *Swing* facilitou o desenvolvimento de interfaces gráficas com o usuário e permitiu que a Java se tornasse uma plataforma popular para o desenvolvimento de *software* aplicativo tradicional. A Java também se tornou uma plataforma importante para as aplicações no lado do servidor, usando as tecnologias *servlet* e *jsp*, e para aplicações corporativas, usando tecnologias como *Enterprise Java Beans*. Java é a interface preferida para as modernas aplicações distribuídas (NIEMEYER; KNUDSEN, 2000).

Um dos desenvolvimentos mais importantes na programação para a plataforma Java é o JDBC (*Java Database Connectivity*). O JDBC se apresenta como uma solução elegante e eficiente para programadores que precisam conectar seus aplicativos Web a banco de dados (HUNTER; CRAWFORD, 2001).

5.1.4.1. Applets Java

Os *applets* são programas Java que podem ser executados em documentos *Hypertext Markup Language* (HTML), isto é, páginas da Web. Para usar um *applet*, é

necessário um navegador Web com suporte à linguagem Java. Para navegadores que não possuem o suporte a Java, a Sun oferece o *Java Plug-In*, uma ferramenta que consegue disponibilizar o ambiente mais recente Java em tempo de execução.

Para que um *applet* seja executado, ele deve ser incluído em uma página da Web usando-se *tags* HTML, da mesma maneira que imagens e outros elementos são incluídos. Quando um usuário com um navegador compatível com Java carregar uma página da Web que inclua um *applet*, esse navegador fará o *download* do *applet* a partir de um servidor da Web e irá executá-lo no sistema do próprio usuário da Web.

Como os *applets* são executados no sistema de um usuário da Web, a segurança é uma questão vital. Por esse motivo, os *applets* sofrem restrições no que eles podem fazer. O gerenciador de segurança de *applets* lança uma *SecurityException* (exceção de segurança) sempre que um *applet* tentar violar uma das regras de acesso. Como regra geral, os *applets* Java são executados sob um modelo de segurança preventivo. A seguir algumas restrições quanto ao uso de *applets* são listadas (LEMAY; CADENHEAD, 1999, HORSTMANN; CORNELL, 1999):

- eles não podem ler ou escrever arquivos no sistema do cliente;
- eles não podem se comunicar com um *site* da Internet que não seja aquele que serviu a página da Web que o inclui;
- eles não podem executar nenhum programa no sistema do cliente;
- eles não podem carregar programas armazenados no sistema do cliente, como programas executáveis e bibliotecas compartilhadas.

A linguagem Java torna possível que os *applets* façam tudo o que um aplicativo Java pode fazer, mas apenas se forem provenientes de um provedor de *applets* confiável e tiverem assinatura digital para verificar sua autenticidade.

5.1.4.2. Servlets Java

Os *servlets* Java são componentes fundamentais do desenvolvimento do Java no servidor. Um *servlet* é uma extensão genérica do servidor, isto é, uma classe Java que pode ser carregada dinamicamente para expandir a funcionalidade de um servidor, fornecendo um substituto poderoso para os *scripts* CGI. Os *servlets* são executados dentro de um *Java Virtual Machine* (JVM) em um servidor Web comumente chamado de

servlet container (Figura 46), portanto são seguros e portáteis. Os *servlets* operam unicamente no domínio do servidor: diferentemente dos *applets*, eles não requerem o suporte para o Java no navegador Web (HUNTER; CRAWFORD, 2001).

Uma vantagem dos *servlets* sobre programas CGI é que os *servlets* podem ser controlados por segmentos separados no mesmo processo (ver Figura 46) ou por segmentos em diversos processos espalhados em vários servidores. Isso significa que os *servlets* são também eficientes e dimensionáveis.

Como uma tecnologia Java, *servlets* têm acesso a todos os recursos da plataforma Java, assim *servlets* tem acesso à rica biblioteca Java, que ajuda a acelerar o processo de desenvolvimento.

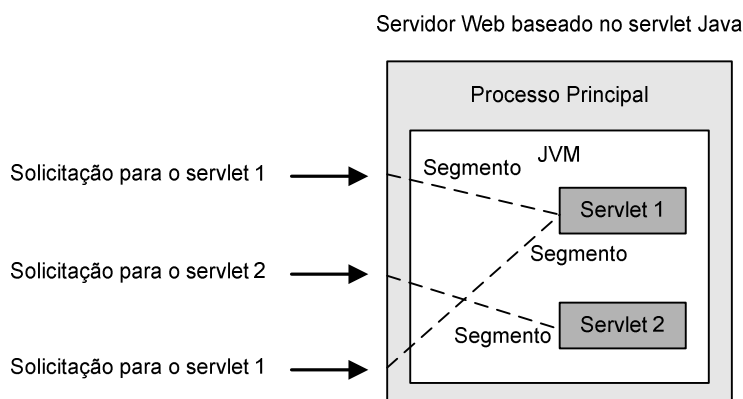


Figura 46: O ciclo de vida do *servlet*. Adaptado de Hunter e Crawford (2001).

5.1.4.3. JSP

JavaServer Pages (JSP) é uma outra tecnologia Java para desenvolver aplicativos Web. Com JSP, os *designers* da Web e programadores podem rapidamente incorporar elementos dinâmicos em páginas da Web usando Java embutido e algumas *tags* de marcação simples. A plataforma JSP permite ao desenvolvedor acessar dados e lógica comercial sem ter que dominar as complexidades do desenvolvimento de aplicações (FIELDS et al., 2002).

JSP foi lançada quando a tecnologia de *servlet* tinha atingido popularidade como uma das melhores tecnologias disponíveis. JSP, porém, não se destina a substituir os

servlets. Na verdade, JSP é uma extensão da tecnologia de *servlet*, e é prática comum usar ambas, *servlet* e páginas JSP nos mesmos aplicativos Web (KURNIAWAN, 2002).

JSP adapta-se as necessidades de desenvolvedores e organizações. Para uns, JSP é uma maneira simples de misturar código Java e texto HTML para produzir *sites* da Web dinâmicos. Para outros, JSP ajuda separar código Java do texto da apresentação, dando aos não programadores uma maneira para produzir *sites* Web funcionais e dinâmicos. Por ser uma tecnologia Java, JSP é portátil, isto é, pode ser utilizado em diferentes sistemas operacionais (FIELDS et al., 2002).

5.1.4.4. JDBC

Desde o início, os desenvolvedores da tecnologia Java da Sun sabiam do potencial que a linguagem Java mostrava para se trabalhar com banco de dados. A partir de 1995, eles começaram a trabalhar na extensão da biblioteca Java padrão para lidar com o acesso via SQL aos bancos de dados. Após um longo período de discussão pública, a API para acesso a banco de dados se tornou a API JDBC (HORSTMANN; CORNELL, 1999).

O JDBC é uma API que permite aos programadores se conectarem com um banco de dados, consultá-lo ou atualizá-lo, usando o SQL (*Structured Query Language*). A própria API é um conjunto de interfaces e classes criadas para executar ações em qualquer banco de dados. A Figura 47 mostra como os programas JDBC interagem com os bancos de dados.

A API JDBC, encontrada no pacote *java.sql*, contém apenas algumas classes concretas. Grande parte da API é distribuída como classes de interface neutras do banco de dados que especificam o comportamento sem fornecer nenhuma implementação. As implementações reais são fornecidas por outros revendedores.

Um sistema de banco de dados individual é acessado através de um *driver* JDBC que implementa a interface *java.sql.Driver*. Os *drivers* existem para praticamente todos os bancos de dados relacionais populares, contudo nem todos estão disponíveis gratuitamente. Existem quatro categorias de *drivers* (HUNTER; CRAWFORD, 2001):

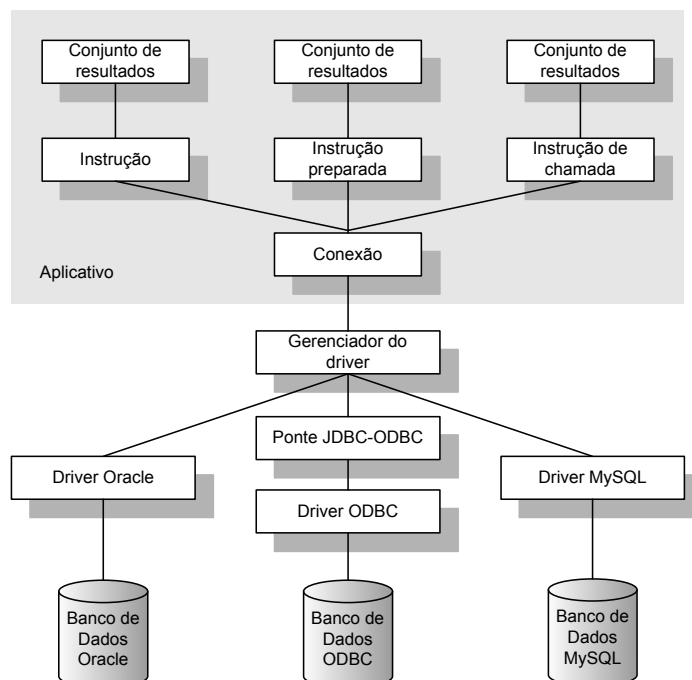


Figura 47: Caminho de comunicação de JDBC para o Banco de Dados. Adaptado de Hunter e Crawford (2001).

- Tipo 1: *Driver* de ponte JDBC-ODBC

Os *drivers* do Tipo 1 usam tecnologia de ponte para conectar um cliente Java a um serviço do banco de dados ODBC. A ponte JDBC-ODBC da Sun é o *driver* de Tipo 1 mais comum. Esses *drivers* são implementados usando o código nativo.

- Tipo 2: *Driver* Java parcialmente com API nativa

Os *drivers* do Tipo 2 integram uma camada fina de Java em torno das bibliotecas de código nativo específicas do banco de dados. Quando você usa tal *driver*, deve instalar algum código específico da plataforma, além de uma biblioteca Java.

- Tipo 3: *Driver* totalmente Java do protocolo da rede
Os *drivers* do Tipo 3 comunicam-se através de um protocolo de rede genérico com uma parte do *middleware* personalizado. O componente do *middleware* pode usar qualquer tipo de *driver* para fornecer o acesso real do banco de dados. Esses *drivers* são totalmente Java, o que os tornam úteis para a distribuição do miniaplicativo e seguros para a distribuição do *servlet*.
- Tipo 4: *Driver* totalmente Java do protocolo nativo
Os *drivers* do tipo 4 são os mais diretos. Gravados totalmente em Java, os *drivers* do tipo 4 compreendem os protocolos da rede específicos do banco de dados e podem acessar o banco de dados diretamente sem nenhum *software* adicional.

Uma lista de *drivers* JDBC disponíveis atualmente pode ser encontrada em <http://developers.sun.com/product/jdbc/drivers>.

5.1.5. Tecnologias Escolhidas

Para o desenvolvimento deste trabalho, optou-se pelo uso da linguagem de programação Java e do banco de dados MySQL.

A linguagem Java foi escolhida por ser uma linguagem orientada a objetos muito adequada para o desenvolvimento de aplicativos para Internet. Dentre as tecnologias baseadas na linguagem Java, decidiu-se pela utilização de *applets*, *servlets* e JDBC.

A escolha pelos *applets* foi motivada pela experiência que o Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada possui na criação de *applets*. Este laboratório, local de desenvolvimento desta pesquisa, atua na elaboração de *applets* para cálculos de engenharia de alimentos e para modelagem e simulação de ecossistemas.

Os *servlets* foram escolhidos por serem a melhor opção para realizar a transferência de dados entre o *applet* e o banco de dados. Sendo uma tecnologia Java os *servlets* podem se comunicar com os *applets*, enviando e recebendo objetos, além disso, os *servlets* também são capazes de usar o JDBC, facilitando a implementação da comunicação com o banco de dados.

O *driver* JDBC escolhido foi o MySQL Connector/J que é um *driver* do tipo 4 que dá suporte a todos os recursos do banco de dados MySQL.

O MySQL foi escolhido como o servidor de banco de dados neste trabalho por ser livre e grátis e por fornecer facilidade de uso, suporte a transações seguras e suporte a conexões simultâneas.

5.2. Processo de Desenvolvimento do Aplicativo Proposto

Neste item, descreve-se o processo de desenvolvimento do aplicativo proposto. Inicialmente, é apresentado o ambiente integrado de desenvolvimento JBuilder, versão 2005, por ter sido o ambiente de desenvolvimento utilizado na implementação do aplicativo proposto. Em seguida, a arquitetura proposta para o aplicativo, baseada no modelo de três camadas, é abordada. Para finalizar este item, é feita uma análise detalhada da implementação da camada de dados, da camada de negócios e da camada de apresentação.

5.2.1. Ambiente de Desenvolvimento do Aplicativo

O aplicativo Web desenvolvido nesse trabalho foi implementado num ambiente integrado de desenvolvimento chamado JBuilder, versão 2005.

O JBuilder é desenvolvido pela Borland Software Corporation, que cria compiladores para diversas linguagens de programação, e é um ambiente de desenvolvimento integrado Java que permite o desenvolvimento de programas de forma mais fácil, rápida, automatizada e com menor probabilidade de erros, proporcionando um conjunto de facilidades que vão desde a rápida visualização de todos os arquivos contidos no projeto até ferramentas de gerenciamento de trabalho coletivo. Entre suas ferramentas básicas estão: o Editor de Código-Fonte, o Compilador, o Interpretador e o Debugger, a par de outras mais avançadas. A Figura 48 mostra o ambiente de desenvolvimento do JBuilder 2005.

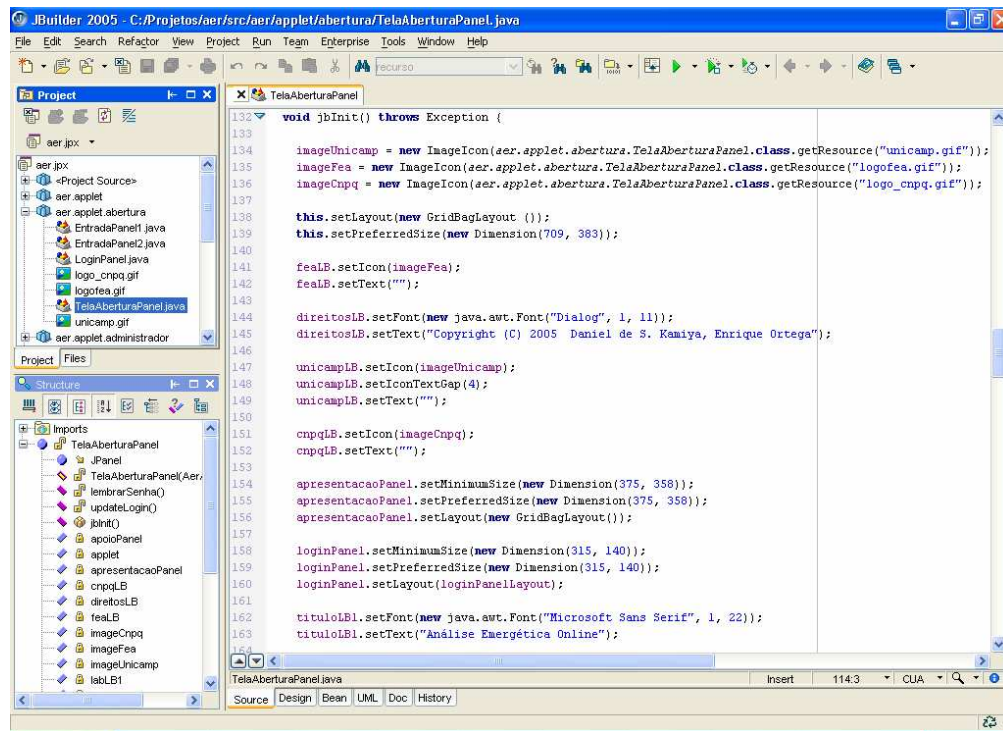


Figura 48: Ambiente JBuilder 2005.

A ferramenta de construção visual do JBuilder (*Visual Design*) foi utilizada para o desenvolvimento da interface gráfica do *applet*. O editor visual do JBuilder permite o desenvolvimento rápido e eficiente de interfaces gráficas. Todo componente de interface no JBuilder possui propriedades e eventos. Para o ajuste das propriedades e eventos dos componentes da interface, existe um painel auxiliar chamado *Inspector* que permite tanto a modificação das propriedades dos componentes como o monitoramento do que acontece com os mesmos através da associação de eventos. Neste painel existem duas guias, *Properties* e *Events*, que correspondem as duas funcionalidades descritas acima. A Figura 49 mostra o uso do editor visual do JBuilder na construção da interface gráfica do *applet*.

Para a criação dos *servlets* utilizou-se a ferramenta *Servlet Wizard* do JBuilder. O *Servlet Wizard* possibilita uma economia de tempo por gerar automaticamente o diretório do aplicativo Web, sua distribuição descritiva e o código dos *servlets*. A Figura 50 apresenta o uso da ferramenta *Servlet Wizard*.

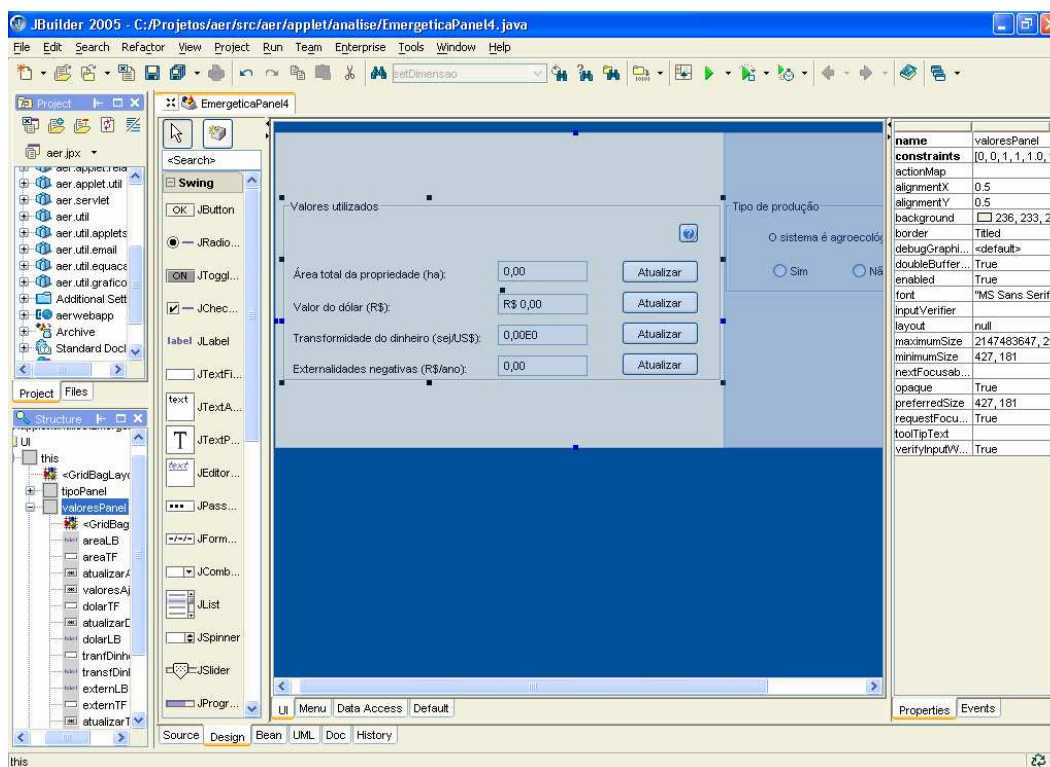


Figura 49: Uso do editor visual do JBuilder para construção da interface gráfica do *applet*.

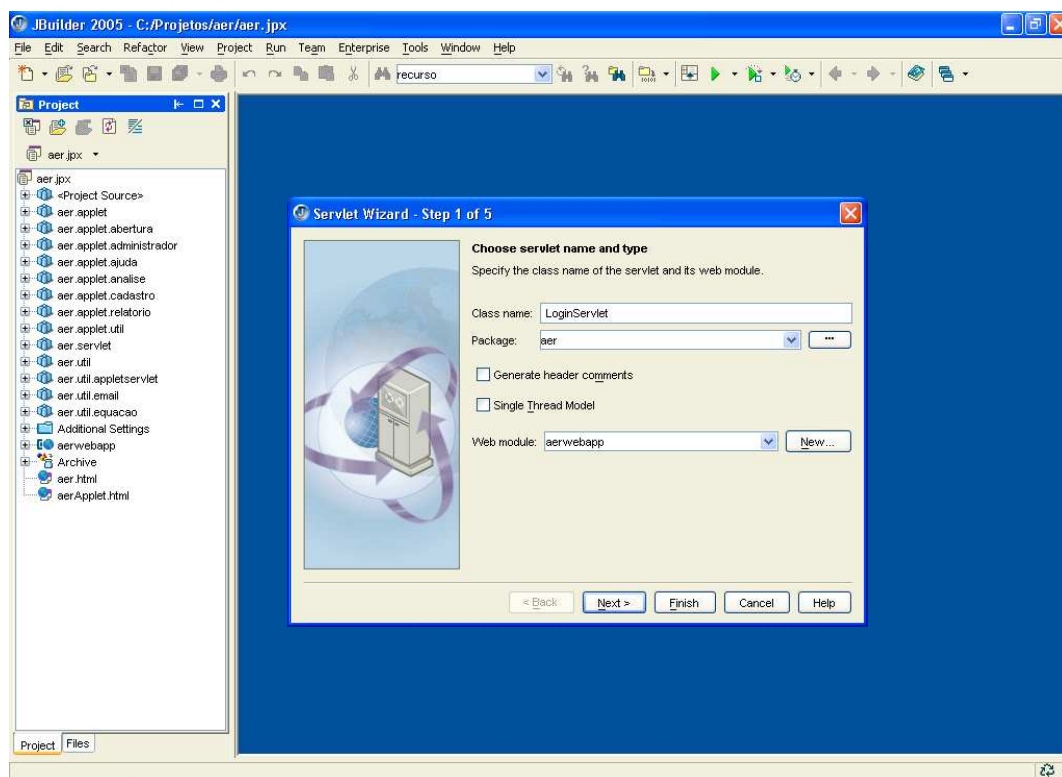


Figura 50: Criação de *servlet* com a ferramenta *Servlet Wizard*.

5.2.2. Arquitetura do Aplicativo

Um aplicativo de *software* bem projetado é dividido em partes lógicas separadas, chamadas camadas. Cada camada tem uma responsabilidade diferente na arquitetura geral. Essas camadas são simplesmente abstrações e não correspondem à distribuição física (KURNIAWAN, 2002).

A arquitetura proposta está baseada no modelo de camadas múltiplas, sendo utilizadas três camadas (*3-tier architecture*) neste trabalho (Figura 51). A camada de dados (*data tier*) consiste de um banco de dados relacional, construído sobre o MySQL, que armazena todos os dados de um modo organizado e estruturado, permitindo o retorno de dados específicos para vários usuários simultaneamente. A camada de negócios (*business logic tier*) é constituída de um servidor Web com capacidade de executar *servlets* Java. Essa camada contém várias ações e regras que a aplicação executa sobre os dados e também incorpora os métodos que gerenciam a transferência de dados entre o banco de dados e o cliente (vice-versa). A camada de apresentação (*presentation tier*) é responsável pela interação com o usuário. Essa camada é composta de um *applet* Java acoplado a uma página da Web.

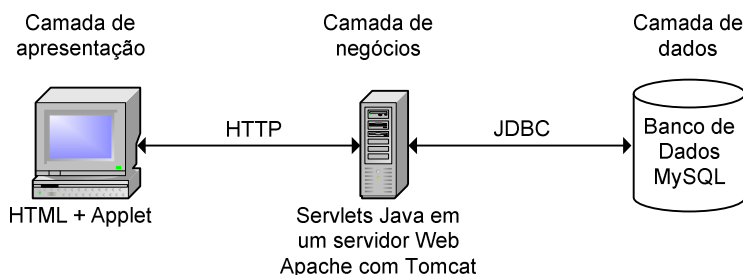


Figura 51: Arquitetura de 3 camadas proposta para o sistema.

O fato da camada de apresentação ser isolada da camada de dados pela camada de negócios gera uma vantagem considerável: cada camada pode ser facilmente modificada, pois o grande grau de independência entre elas permite a fácil alteração da base de dados, da lógica do sistema, ou da apresentação.

As próximas seções mostrarão com mais detalhes a implementação de cada camada.

5.2.3. Camada de Dados

A camada de dados foi desenvolvida utilizando-se o MySQL como sistema de banco de dados responsável pelo gerenciamento das informações.

O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados SQL *Open Source*. Ele foi desenvolvido originalmente para lidar com bancos de dados muito grandes de maneira muito mais rápida que as soluções existentes e atualmente tem sido utilizado em ambientes de produção de alta demanda, por diversos anos, de maneira bem sucedida. Apesar de estar em constante desenvolvimento, o MySQL oferece hoje um rico e proveitoso conjunto de funções. A conectividade, velocidade, e segurança fazem com que o MySQL seja altamente adaptável para acessar bancos de dados na Internet.

Um modelo de banco de dados (Figura 52) foi utilizado no desenvolvimento do banco de dados. Um modelo de banco de dados é uma descrição dos tipos de informações que estão armazenadas em um banco de dados. Quando bem estruturado, ajuda a garantir que qualquer sistema de informações projetado será preciso, completo e eficiente, mostrando graficamente as relações entre tabelas e informações armazenadas no banco de dados. Para a criação do modelo, utilizou-se a ferramenta de modelagem de dados DBDesigner, versão 4 (Figura 54), que oferece uma interface gráfica que torna o desenvolvimento do modelo mais fácil e permite a geração automática do banco de dados a partir do modelo criado. A vantagem desta ferramenta para os usuários do MySQL é que ela apresenta todos os recursos compatíveis com o MySQL, tais como os tipos de dados. Ela permite ainda a escolha do tipo de tabela a ser utilizada (InnoDB, MyISAM, dentre outros), e a definição de outros incrementos para a criação de tabelas. Também é possível definir os relacionamentos entre tabelas e construir as restrições (*constraints*) associadas a cada relacionamento, sendo criadas automaticamente as chaves estrangeiras nas tabelas relacionadas.

O banco de dados proposto possui três tabelas que podem ser consideradas como fundamentais: Usuarios, Propriedade e AnaliseEmergetica. Outras tabelas se relacionam com as três tabelas principais, completando o banco de dados (Figura 52 e Figura 53). O banco de dados armazena os dados pessoais e de *login* do usuário, informações qualitativas e quantitativas úteis para a caracterização da propriedade, dados necessários para a realização da análise emergética (transformidade dos recursos, valor calórico dos produtos, *emdólar*) e os dados dos recursos, produtos e índices emergéticos das análises emergéticas.

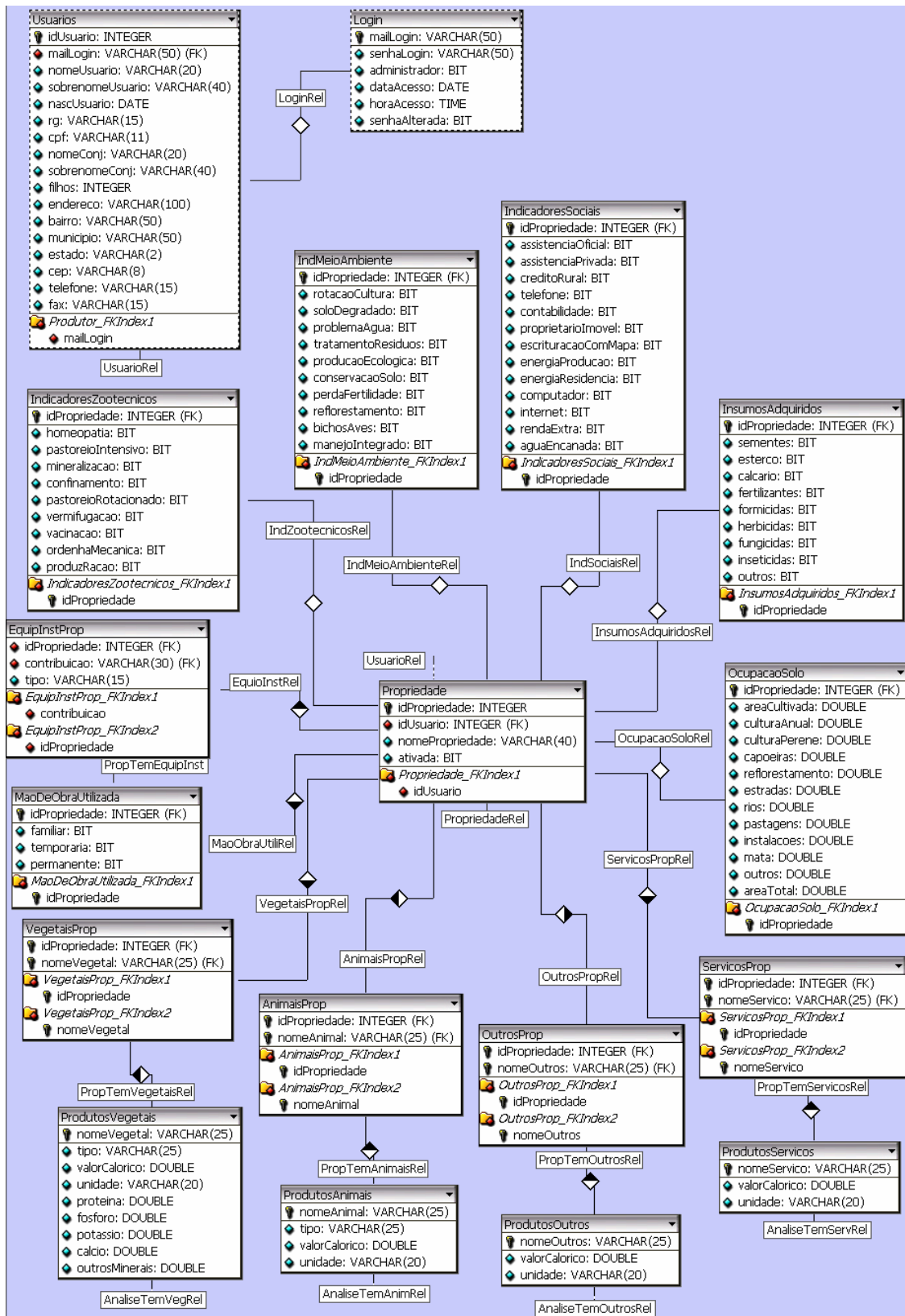


Figura 52: Parte superior do modelo relacional do banco de dados desenvolvido para o aplicativo proposto.

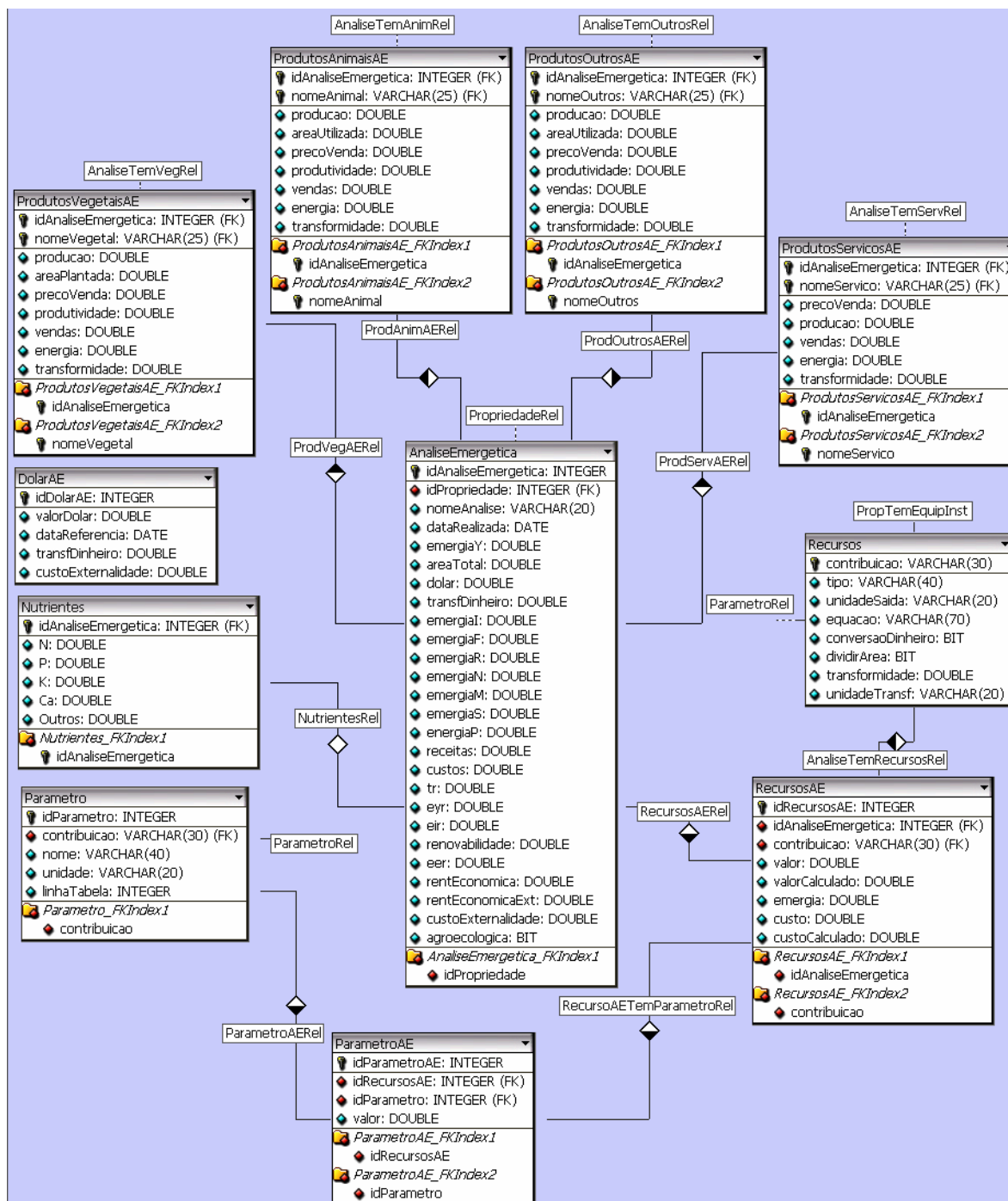


Figura 53: Parte inferior do modelo relacional do banco de dados desenvolvido para o aplicativo proposto.

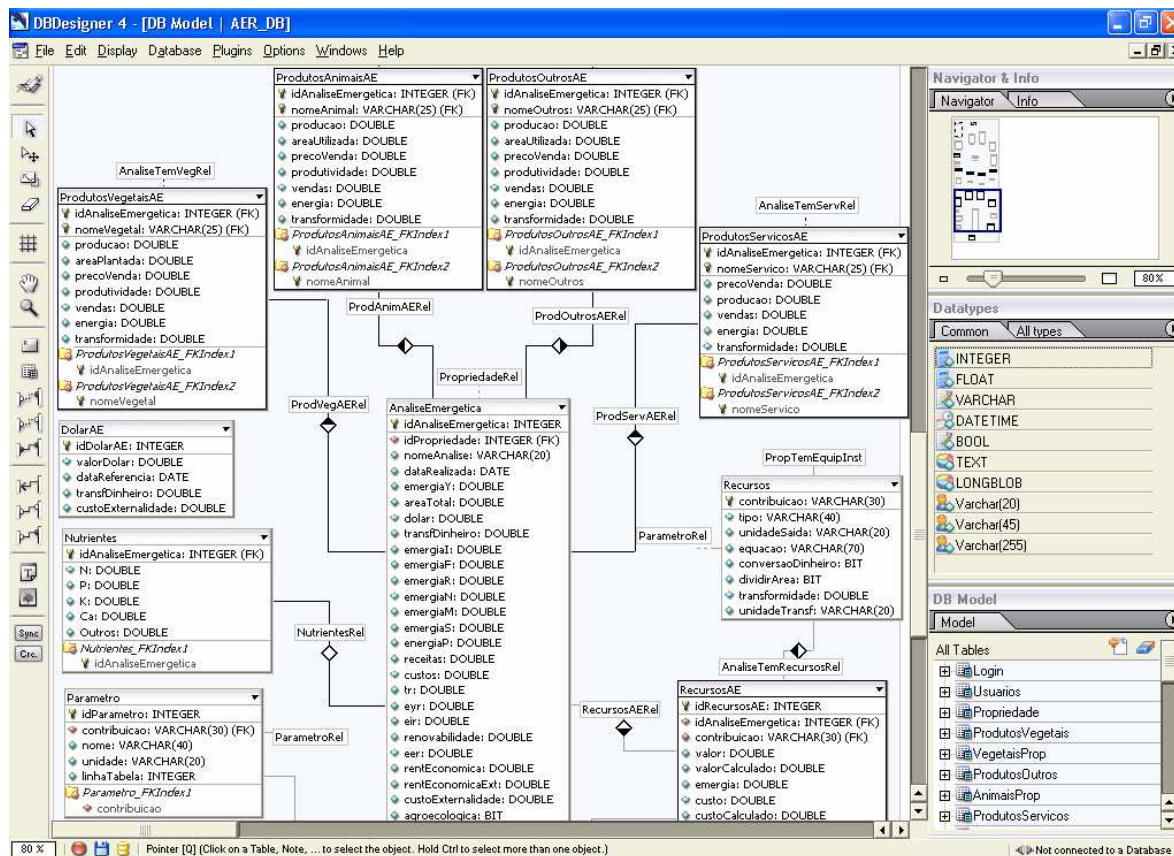


Figura 54: Ferramenta de modelagem de dados DBDesigner.

5.2.4. Camada de Negócios

A camada de negócios é constituída de um servidor Web Apache integrado com um *container* Tomcat que executa *servlets* Java responsáveis pela lógica comercial que manipula o banco de dados e se comunica com o cliente.

O Tomcat é o *container servlet* mais popular. Ele foi originalmente projetado pela Sun Microsystems e posteriormente entregue à Apache Software Foundation que o incluiu como parte do projeto Jakarta, um dos projetos da Apache Software Foundation. O Tomcat é escrito totalmente no Java e disponível gratuitamente sob uma licença de fonte aberta. O próprio Tomcat é um servidor Web, entretanto como ele não é muito adequado para solicitações não *servlet*, neste projeto utilizou-se o Tomcat 5.5.9 como módulo do Apache 2.0 que é um servidor Web mais robusto. Deste modo, apenas as solicitações para os *servlets* são passadas para o Tomcat.

Quando o Tomcat é instalado, automaticamente são criados vários subdiretórios sob o diretório *home* do Tomcat. Um dos subdiretórios chama-se *webapps*. O diretório *webapps* é onde os aplicativos Web são armazenados. Um diretório separado é dedicado a cada aplicativo Web (KURNIAWAN, 2002).

Para o aplicativo Web proposto neste trabalho criou-se um diretório chamado *aerwebapp* sob o diretório *webapps*. O nome do diretório é importante, pois ele também aparece na URL do aplicativo.

Sob o diretório *aerwebapp* foi criado um diretório especial chamado WEB-INF. O diretório WEB-INF é especial, pois os arquivos que estão lá não são servidos diretamente ao cliente, ao contrário, ele contém classes Java e informações de configuração para o aplicativo Web. Neste aplicativo, o diretório WEB-INF/classes contém os arquivos de classe dos *servlets* e suas classes de suporte. O WEB-INF/lib contém bibliotecas Java utilizadas pelos *servlets*.

No diretório WEB-INF existe um arquivo chamado *web.xml* que é conhecido como descritor da distribuição. Esse arquivo contém informações de configuração sobre o aplicativo Web proposto. O arquivo *web.xml* controla o registro e o mapeamento do URL dos *servlets*. A Figura 55 apresenta de forma resumida o código-fonte do arquivo *web.xml*.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE web-app
    PUBLIC "-//Sun Microsystems, Inc.//DTD Web Application 2.3//EN"
    "http://java.sun.com/dtd/web-app_2_3.dtd">
<web-app>
  <display-name>aerwebapp</display-name>

  <servlet>
    <servlet-name>loginservlet</servlet-name>
    <servlet-class>aer.servlet.LoginServlet</servlet-class>
  </servlet>

  <!-- Uso de <servlet-name> para os outros servlets -->

  <servlet-mapping>
    <servlet-name>loginservlet</servlet-name>
    <url-pattern>/loginservlet</url-pattern>
  </servlet-mapping>

  <!-- Uso de <servlet-mapping> para os outros servlets -->

</web-app>
```

Figura 55: Código resumido do descritor de distribuição do aplicativo Web proposto.

Os arquivos HTML e o arquivo *aer.jar* contendo as classes para o *applet* Java foram colocados diretamente no diretório *aerwebapp*. A Figura 56 mostra a estrutura de diretório do aplicativo Web proposto neste trabalho.

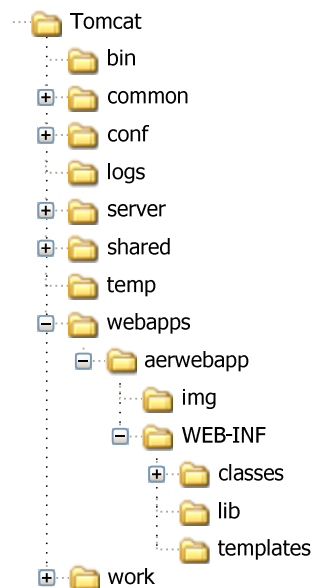


Figura 56: Estrutura de diretório do aplicativo Web proposto.

A camada de negócios foi implementada utilizando-se *servlets* Java que se comunicam com o banco de dados através da API JDBC e com o cliente por meio de conexões HTTP baseadas em texto e objetos. É responsabilidade dessa camada o controle de sessões que permite que vários usuários utilizem o sistema simultaneamente. Nas próximas seções, discute-se com mais detalhes os processos que ocorrem nessa camada.

5.2.4.1. Controle de Sessões

O HTTP é um protocolo sem estado: ele não fornece qualquer maneira predefinida para um servidor reconhecer que uma sequência de solicitações originou-se do mesmo usuário. Assim, depois que uma solicitação é recebida e uma resposta é devolvida, o servidor esquece tudo a respeito do computador que enviou a solicitação. Embora isto

propicie um protocolo muito simples e, por conseguinte, confiável, também torna as aplicações da Web avançadas mais difíceis.

A boa notícia é que os programadores da Web podem contornar isso através do controle de sessões, um processo que mantém o estado através de múltiplas solicitações. A idéia do controle de sessões é que todas as solicitações de um usuário para um servidor Web durante certo período de tempo, são na verdade parte da mesma sessão interativa.

As técnicas mais usadas pelos desenvolvedores de *servlets* para o controle de sessão são (KURNIAWAN, 2002):

- Reescrita de URL;
- Campos ocultos;
- *Cookies*;
- Objetos de sessão (Session Tracking API).

Neste trabalho, optou-se pelo controle de sessão utilizando-se a técnica dos objetos de sessão. Esta técnica se apóia na *Session Tracking* API que fornece vários métodos e classes especificamente criados para lidar com o controle de sessão de curto prazo em favor dos *servlets*.

Quando um usuário acessa o sistema, ele é associado a um objeto *javax.servlet.http.HttpSession* que é usado durante todo o período de atividade da sessão para armazenar e recuperar informações sobre esse usuário. O objeto *HttpSession* age como uma *Hashtable* onde se pode armazenar qualquer quantidade de pares chave/valor. Por exemplo, o objeto da sessão armazena para a chave "status" o valor *true* se o *login* do usuário for válido ou *false* se for inválido. Como será visto no subitem 5.2.4.2, o objeto *HttpSession* armazena também a conexão do banco de dados do usuário. O objeto da sessão armazena em *cache* informações do banco de dados que podem ser reutilizadas diversas vezes. Ele permite que essas informações e a conexão do banco de dados sejam utilizadas por todos os *servlets* do aplicativo.

Como as sessões possuem um ciclo de vida, foi definido um tempo de 2 horas de inatividade para a sessão expirar automaticamente. Esse tempo foi definido observando-se o tempo de utilização do sistema por usuários que não tinham conhecimento da metodologia emergética. A sessão também é invalidada quando o usuário sai do sistema.

5.2.4.2. Conectando os Servlets ao Banco de Dados

O protocolo utilizado pelos *servlets* para comunicação com o banco de dados relacional é o padrão SQL. A conexão é efetuada através da chamada de rotinas pertencentes à API JDBC. O pacote *java.sql* contém as classes e interfaces para manipular o banco de dados. Um objeto *Connection* gerencia a conexão entre o aplicativo e o banco de dados. Também fornece suporte para executar instruções de SQL para fins de manipulação do banco de dados e os processos de transações.

A definição de classe para o *driver* de banco de dados é carregada antes do programa se conectar ao banco de dados, no método *init* do *servlet* responsável pelo *login* do usuário (*LoginServlet*). O *driver* JDBC para MySQL utilizado foi o MySQL Connector/J que é um *driver* JDBC do tipo 4 que dá suporte a todos os recursos do MySQL. Quando o *driver* é carregado na memória, ele se registra na classe *java.sql.DriverManager* como um *driver* disponível do banco de dados. A Figura 57 apresenta o código utilizado para carregar o *driver* JDBC.

```
public void init () throws ServletException{
    try{
        Class.forName("org.gjt.mm.mysql.Driver").newInstance();
    }
    catch (Exception e){
        throw new UnavailableException("Não foi possível conectar-se com o banco de dados.");
    }
}
```

Figura 57: Trecho do código-fonte de *LoginServlet* responsável por carregar o *driver* MySQL Connector/J (*driver* JDBC tipo 4).

O Objeto *Connection* utiliza o método *static getConnection* da classe *DriverManager* para tentar a conexão com o banco de dados através de um url. O url identifica um banco de dados individual de uma maneira específica do *driver*. Para o MySQL a sintaxe do url segue o seguinte formato: "jdbc:mysql://host_bd/nome_bd".

Para executar comandos de ação no banco de dados, foi utilizada a classe *java.sql.Statement*. Para obter um objeto *Statement* os *servlets* chamam o método *createStatement* de *Connection*. Para executar as instruções SQL que são repetidas diversas vezes utilizou-se a classe *PreparedStatement* que é uma subclasse de *Statement* e portanto herda todos os seus métodos. Um objeto *PreparedStatement* é

como um objeto *Statement* normal, sob o ponto de vista de poder ser usado para executar comandos SQL. A diferença importante é que a SQL em *PreparedStatement* pode ser personalizada ajustando os parâmetros pré-definidos. Cada instrução preparada foi definida como uma *String static final* na classe *ComandosSQL*. A Figura 58 apresenta o uso de *Statement* e *PreparedStatement*.

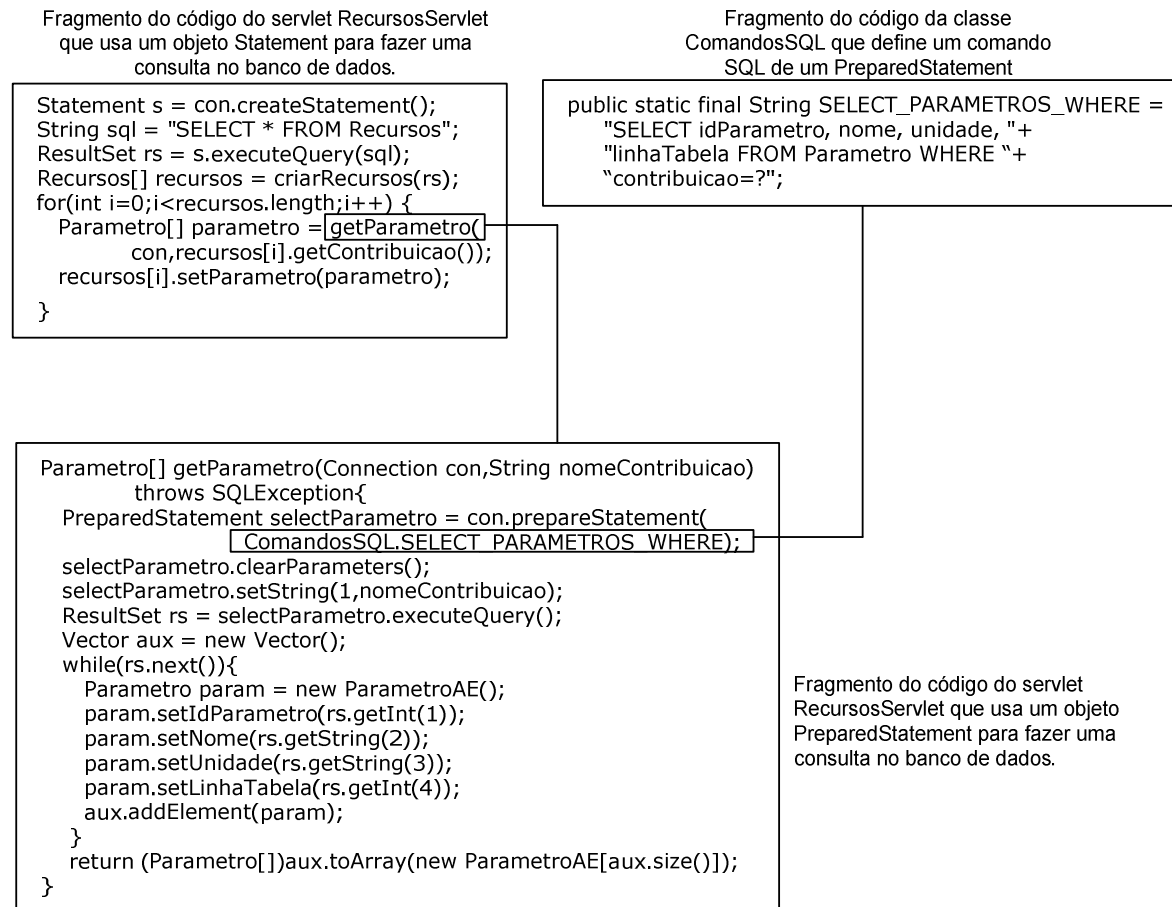


Figura 58: Uso de *Statement* e *PreparedStatement*.

A maior vantagem dos *servlets* em relação à conectividade do banco de dados é que o ciclo de vida dos *servlets* permite que eles mantenham conexões abertas do banco de dados, economizando segundos do tempo de uma resposta se comparado com um *script CGI* que tem que restabelecer sua conexão para cada chamada.

Para aproveitar essa vantagem, quando uma sessão é criada, uma conexão do banco de dados é vinculada a essa sessão. Essa associação é realizada pela classe

ConnectionHolder que é responsável por gerenciar o ciclo de vida da conexão. A classe *ConnectionHolder* também assegura que a conexão será liberada devidamente quando não for mais necessária e permite retornar qualquer alteração não aceita. A Figura 59 apresenta o diagrama da classe *ConnectionHolder*.

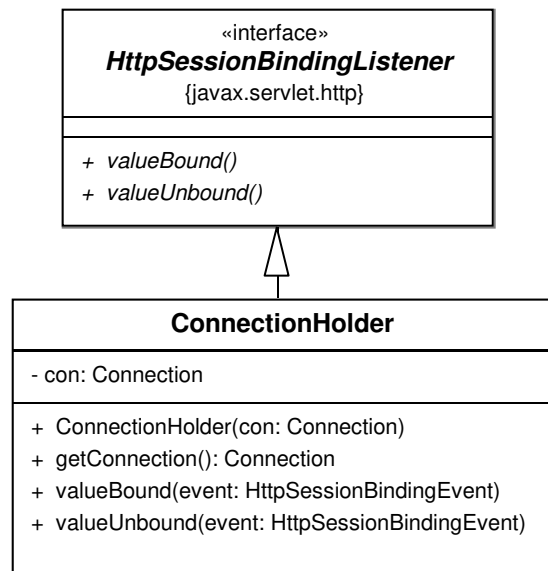


Figura 59: Diagrama da classe *ConnectionHolder*.

O conceito de transações foi utilizado no desenvolvimento do banco de dados, uma vez que vários *servlets* acessam o banco de dados ao mesmo tempo. As transações também tornam ações separadas, porém relacionadas, mais seguras, impedindo que o banco de dados seja mostrado em um estado inválido. Num banco de dados com reconhecimento de transações, uma transação pode ser iniciada e executar um conjunto de operações SQL. Se uma das declarações SQL falhar, as outras declarações SQL do grupo serão retornadas. Se as operações SQL forem bem sucedidas, todas as declarações SQL serão executadas no banco de dados. Uma transação é isolada do resto do banco de dados até ser terminada.

O gerenciamento das transações com JDBC ocorre através do objeto *Connection*. A classe *ConnectionHolder* implementa a chamada de *setAutoCommit (false)* no objeto *Connection*, o que permite agrupar as instruções SQL nas transações. Depois, para tornar as mudanças do banco de dados permanentes, chama-se o método *commit* do objeto *Connection*. Para retornar explicitamente a transação, chama-se o método *rollback* do

objeto *Connection*. A Figura 60 apresenta um fragmento do código do *servlet CadastroServlet* que usa os métodos *commit* e *rollback* em uma transação.

```
try {
    if(requisicao.getAcao().equals(Requisicao.UPDATE)){
        Propriedade prop = (Propriedade)requisicao.getObjetoRequisicao();
        int idProp=prop.getIdProp();
        Statement s = con.createStatement();
        s.executeUpdate("UPDATE propriedade SET nomePropriedade='"+
            prop.getNomePropriedade()+"' WHERE idPropriedade="+idProp);
        s.executeUpdate("DELETE FROM indicadoreszootecnicos WHERE idPropriedade="+idProp);
        s.executeUpdate("DELETE FROM indmeioambiente WHERE idPropriedade="+idProp);
        s.executeUpdate("DELETE FROM indicadores sociais WHERE idPropriedade="+idProp);
        s.executeUpdate("DELETE FROM insumosadquiridos WHERE idPropriedade="+idProp);
        s.executeUpdate("DELETE FROM ocupacaosolo WHERE idPropriedade="+idProp);
        s.executeUpdate("DELETE FROM equipinstprop WHERE idPropriedade="+idProp);
        s.executeUpdate("DELETE FROM maodeobrautilizada WHERE idPropriedade="+idProp);
        s.executeUpdate("DELETE FROM vegetaisprop WHERE idPropriedade="+idProp);
        s.executeUpdate("DELETE FROM animaisprop WHERE idPropriedade="+idProp);
        s.executeUpdate("DELETE FROM outrosprop WHERE idPropriedade="+idProp);
        s.executeUpdate("DELETE FROM servicosprop WHERE idPropriedade="+idProp);
        configurarPropriedade(prop,con);
    }
    con.commit();
    resposta.setStatus(true);
    catch (SQLException e){
        resposta.setStatus(false);
        resposta.setCodigoErro(e.getErrorCode());
        try{
            con.rollback();
        }
        catch(Exception exp){
            throw new ServletException();
        }
    }
}
```

Figura 60: Trecho do código-fonte do *servlet CadastroServlet* que mostra o uso de transações.

5.2.4.3. Comunicação Applet-Servlet

O protocolo HTTP foi o escolhido para a comunicação entre o *applet* e os *servlets*. Usando esta abordagem o *applet* funciona como um navegador enviando uma solicitação para o servidor e analisando a resposta para seu uso próprio.

O pacote *aer.util.appletservlet* foi criado para oferecer suporte a comunicação entre o *applet* e os *servlets*. As classes *HttpObjeto*, *HttpTexto* e *HttpNull* deste pacote (Figura 61) possuem diversos métodos implementados para fazer uma conexão HTTP do tipo GET ou POST. Esses métodos são capazes de enviar solicitações HTTP baseadas

em textos ou objetos, porém o tipo de conteúdo de resposta é único para cada classe. Os métodos para comunicação da classe *HttpObjeto* retornam um objeto como conteúdo de resposta, em *HttpTexto* a resposta é do tipo *String* e em *HttpNull* os métodos são utilizados somente para o envio de dados, não possuindo tipo de retorno.

Os métodos que realizam a comunicação entre o *applet* e os *servlets* utilizam um objeto *HttpAppletServlet* para cumprir essa tarefa. Esse objeto é que faz todo o trabalho para se estabelecer uma conexão HTTP. A classe *HttpAppletServlet* está incluída no pacote *aer.util.appletservlet* (Figura 61). Essa classe possui os métodos *sendGetMessage* e *sendPostMessage* usados para enviar uma solicitação GET e POST respectivamente. *HttpAppletServlet* ainda fornece suporte a *cookies* através do método *setCookie*. Esse método é fundamental para o funcionamento do controle de sessão no aplicativo proposto, pois através dele o *applet* transmite o ID da sessão de volta para o servidor como um *cookie* JSESSIONID criado artificialmente.

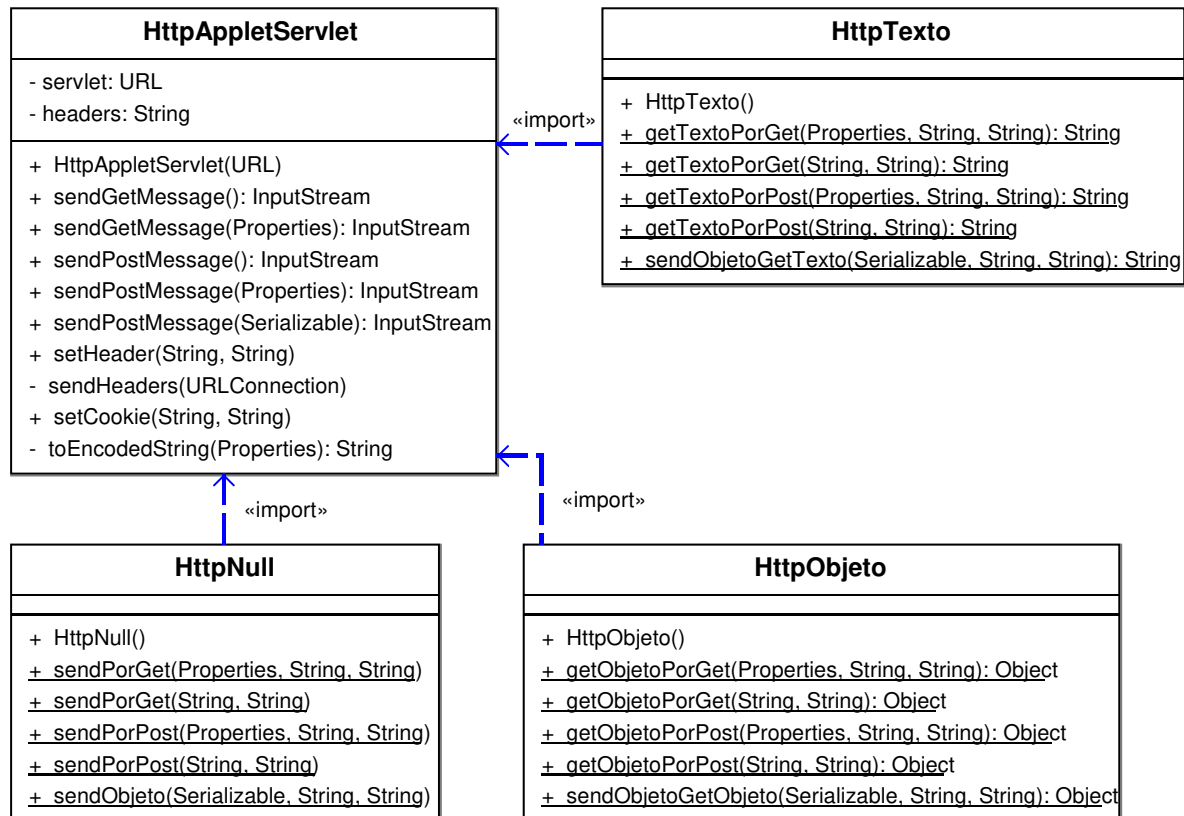


Figura 61: Classes do pacote *aer.util.appletservlet*.

O principal modo de comunicação entre o *applet* e os *servlets* neste sistema se dá através da troca de objetos. Para que um objeto possa ser transferido remotamente por uma conexão de rede, sua classe deve implementar a interface *java.io.Serializable*. Essa interface não especifica nenhum método e serve apenas para registrar a semântica da serialização. O processo de serialização de objetos permite converter a representação de um objeto em memória para uma sequência de *bytes* que pode então ser enviada para um *ObjectOutputStream*, que por sua vez pode estar associado a um arquivo em disco ou a uma conexão de rede, por exemplo.

O transporte de objetos do *applet* para um *servlet* chamado em uma solicitação é realizado por meio de um objeto da classe *aer.util.Solicitacao* (Figura 62). Essa classe possui dois atributos que devem ser definidos: *String comando* e *Object objetoSolicitacao*. A *String comando* define o tipo de operação que o *servlet* executará no banco de dados e o atributo *objetoSolicitacao* armazena a referência do objeto que será enviado para o *servlet*. Na resposta, o transporte de objetos usa a classe *aer.util.Resposta* (Figura 62). Nessa classe o objeto que será enviado ao cliente é associado ao atributo *objetoResposta* e o ID da sessão que identifica o usuário é definido no atributo *sessaoID*. O envio do ID da sessão para o *applet* é necessário para o funcionamento do controle de sessão. A classe *Resposta* possui ainda um atributo do tipo *int* chamado *codigoErro* que serve para definir o estado da resposta. Os estados possíveis para uma resposta estão definidos na Tabela 3.

Tabela 3: Estado da resposta enviada por um *servlet*.

codigoErro	Processamento das Informações pelo Servlet	Estado da Resposta
menor que 0	Não houve erro no processamento.	sem erros
igual a 0	Erro indeterminado no processamento.	com erros
maior que 0	Erro no processamento provocado por uma exceção SQL. <i>codigoErro</i> é o código de erro retornado pelo banco de dados.	com erros

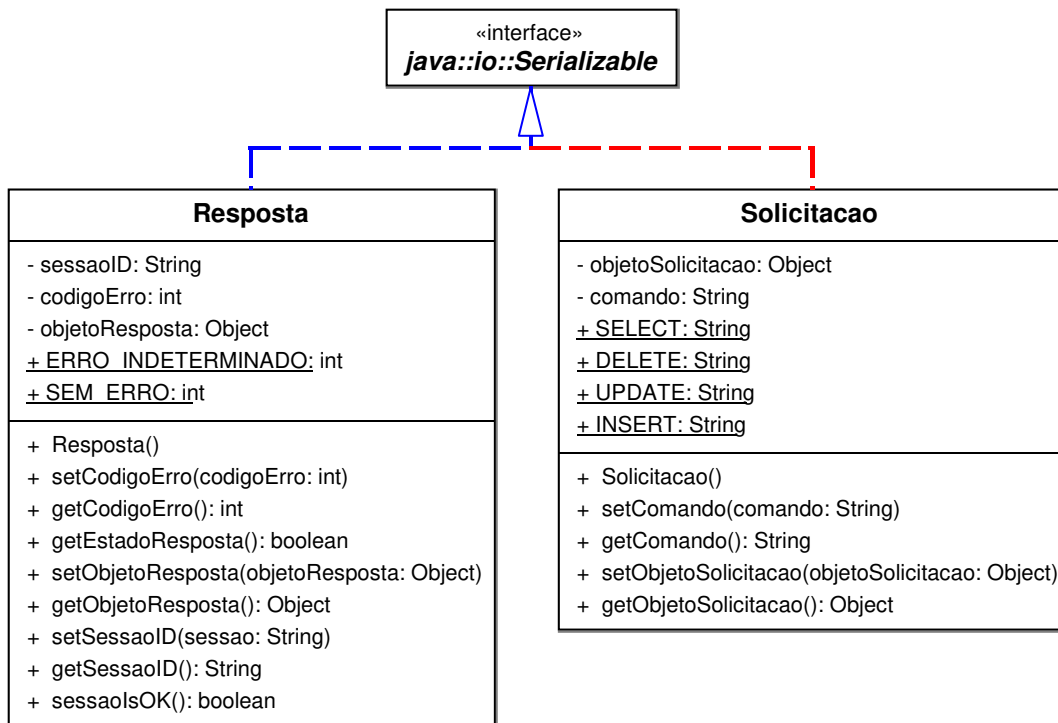


Figura 62: Diagrama das classes *Solicitacao* e *Resposta*.

5.2.5. Camada de Apresentação

Um *applet* Java acoplado a uma página HTML implementa a camada de apresentação. O *applet* *AerApplet* foi desenvolvido utilizando-se a plataforma Java 2 e estende a classe `javax.swing.JApplet`. A classe `JApplet` é uma extensão de `java.applet.Applet` que acrescenta o suporte necessário para um *applet* utilizar os componentes GUI do *Swing*. O pacote `javax.swing` também conhecido como *Swing* é uma extensão do *Abstract Windowing Toolkit* (AWT) que foi integrada à linguagem Java 2. A biblioteca de classes *swing* contém um rico conjunto de elementos para a interface com o usuário.

Como o *applet* aqui desenvolvido utiliza os recursos mais recentes da plataforma Java, para garantir sua execução pelo navegador é necessário que o *Java Plug-in* esteja instalado na máquina cliente. Para isso, foi indicado no arquivo HTML que o navegador deve usar o *Java Plug-In* para executar o *applet*. Se o *Java Plug-in* não estiver instalado na máquina cliente, abre-se uma janela de apoio para ele ser baixado e instalado

dinamicamente. O código HTML para o *applet* ser carregado através do *Java Plug-in* é mostrado na Figura 63.

```
<html>
<head>
<title>
AER - Análise Energética Online para Diagnóstico de Sistemas Rurais.
</title>
</head>
<body>
<p align="center">
<OBJECT
classid = "clsid:8AD9C840-044E-11D1-B3E9-00805F499D93"
codebase = "http://java.sun.com/update/1.4.2/jinstall-1_4-windows-i586.cab#Version=1,4,0,0"
WIDTH = "718" HEIGHT = "400" NAME = "AerApplet" ALIGN = "center" HSPACE = "0" >
<PARAM NAME = CODE VALUE = "aer.applet.AerApplet.class" >
<PARAM NAME = CODEBASE VALUE = "." >
<PARAM NAME = ARCHIVE VALUE = "aer.jar" >
<PARAM NAME = NAME VALUE = "AER" >
<PARAM NAME = "type" VALUE = "application/x-java-applet;version=1.4">
<PARAM NAME = "scriptable" VALUE = "false">

<!-- Java Plug-In Options -->
<param name="progressbar" value="true">
<param name="boxmessage" value="Carregando o applet Análise Energética Rural ...">
<param name="boxbgcolor" value="#e0e0ff">

<COMMENT>
<EMBED
type = "application/x-java-applet;version=1.4" \
CODE = "aer.applet.AerApplet.class" \
JAVA_CODEBASE = "." \
ARCHIVE = "aer.jar" \
NAME = "AER" \
WIDTH = "718" \
HEIGHT = "400" \
ALIGN = "middle" \
HSPACE = "0" \
scriptable = false \
pluginspage = "http://java.sun.com/products/plugin/index.html#download">
</EMBED>
</OBJECT>
</body>
</html>
```

Figura 63: Arquivo aer.html que carrega o *applet AerApplet* através do *Java Plug-In*.

AerApplet está organizado na forma de painéis sobrepostos. Os painéis contêm os elementos de interface do *Swing*, tais como botões, rótulos, caixas de texto, botões de estado, caixas de combinação, listas, bordas, menus, tabelas e janelas que são utilizados para interação com o usuário.

Esses painéis estão agrupados juntamente com outras classes relacionadas em pacotes criados para encapsular e isolar um conjunto de funcionalidades. O uso de pacotes organiza o trabalho, separando-o de bibliotecas de código fornecidas por terceiros. A funcionalidade dos pacotes criados para uso do *applet* está descrita na Tabela 4. A Figura 64 mostra um diagrama que exemplifica o uso desses pacotes pelo *applet*.

Tabela 4: Descrição dos pacotes criados para uso do *applet*.

Pacote	Descrição
aer.applet.abertura	Este pacote contém uma série de painéis relacionados com o processo de <i>login</i> do usuário.
aer.applet.cadastro	Este pacote contém vários painéis usados para o cadastro de propriedades.
aer.applet.analise	Este pacote contém painéis, janelas e outras classes relacionadas com a implementação da análise emergética.
aer.applet.administrador	Este pacote contém vários painéis para o gerenciamento do sistema.
aer.applet.relatorio	Este pacote contém os painéis para criação do relatório geral contendo os dados pessoais do usuário, dados da propriedade e resultados da análise emergética.
aer.applet.ajuda	Este pacote contém painéis que auxiliam o usuário a utilizar o sistema.
aer.applet.util	Este pacote define uma série de classes úteis para o <i>applet</i> .
aer.util	Este pacote define uma série de classes úteis para o sistema proposto.
aer.util.appletservlet	Este pacote contém classes úteis na comunicação do <i>applet</i> com os <i>servlets</i> .

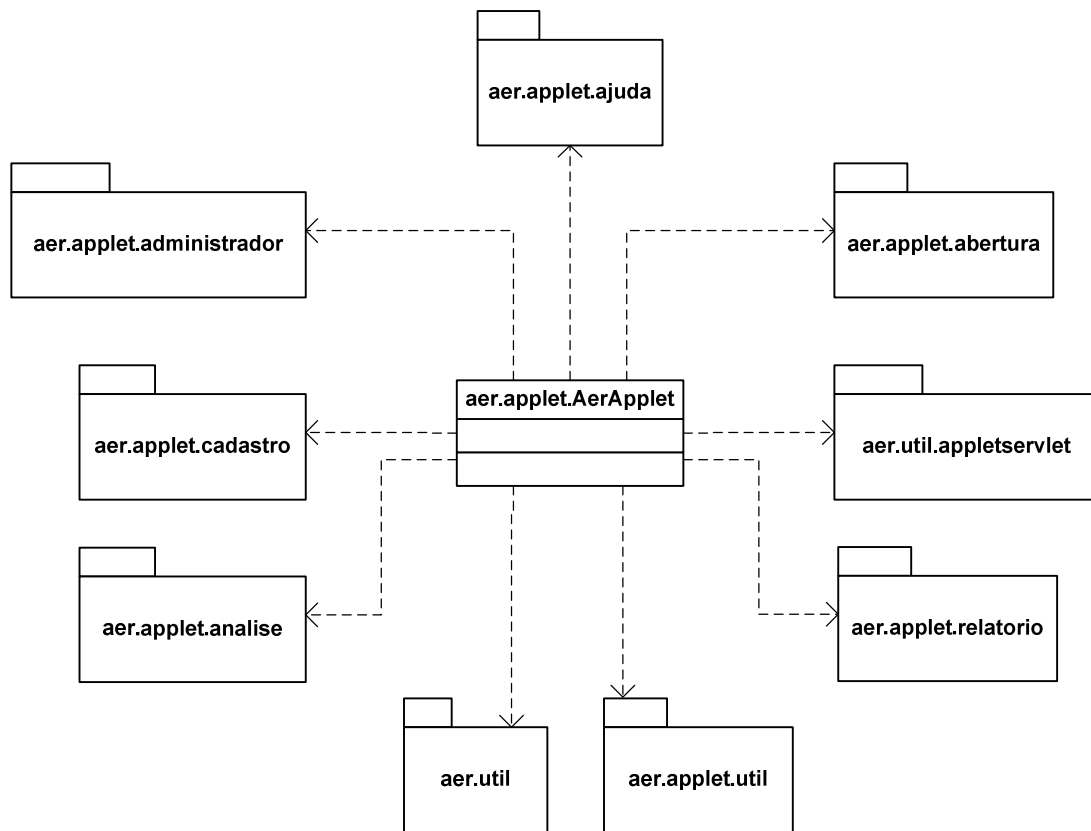


Figura 64: Pacotes criados para agrupar por funcionalidade classes utilizadas em *AerApplet*.

O gerenciador de *layout* empregado para se organizar os painéis dentro do *applet* é o *CardLayout*. O gerenciador de *layout CardLayout* organiza os painéis como uma “pilha de cartas” na qual somente a carta superior é visível. Qualquer painel pode ser colocado na parte superior da pilha, através dos métodos da classe *CardLayout*.

Para facilitar a manipulação dos painéis principais do *applet* pelo usuário utilizou-se uma barra de menus. Essa barra se localiza no topo do *applet* e contém o nome dos menus suspensos, como ilustra a Figura 65. Clicando em um nome abre-se o menu contendo os itens do menu e submenus. Quando o usuário clica em um item do menu, todos os menus são fechados e um painel para a funcionalidade desejada é apresentado.

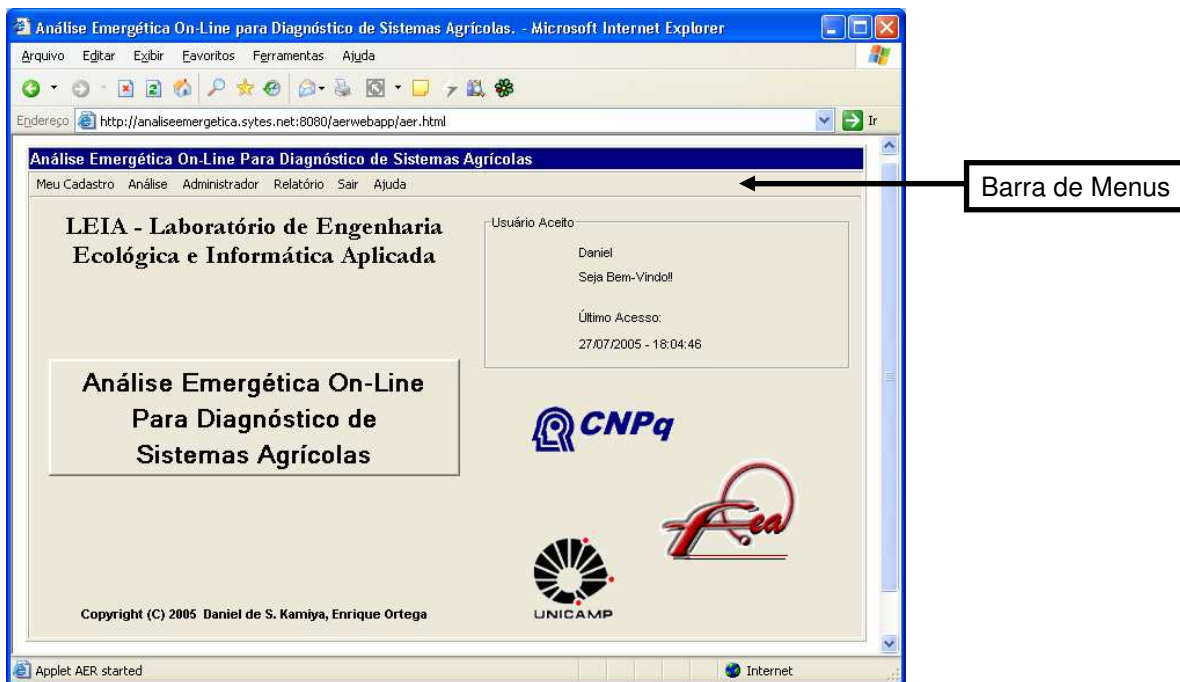


Figura 65: Barra de menus do *applet*.

Cada menu da barra de menus dá acesso a uma série de funcionalidades que são agrupadas da seguinte forma:

- **Meu Cadastro**

Através desse menu o usuário tem acesso a dois submenus: “Dados pessoais” e “Propriedades”. O submenu “Dados Pessoais” permite o acesso aos painéis para alteração e visualização dos dados pessoais do usuário. Por esse submenu o usuário também pode alterar seu *e-mail* e senha de *login*. O submenu “Propriedades” possibilita o acesso aos painéis para inclusão, alteração, exclusão e visualização dos dados cadastrais de propriedades.

- **Análise**

Este menu se relaciona com os painéis para inclusão, exclusão, alteração e visualização de uma análise energética.

- Administrador (acesso restrito)

Os recursos deste menu são restritos aos usuários administradores do sistema. Nele existem quatro submenus: o submenu “Usuários” que possibilita o gerenciamento dos usuários do sistema, o submenu “Produtos” que se relaciona com a inclusão e exclusão de possíveis produtos produzidos em um sistema agrícola, o submenu “Recursos” que está relacionado com a inclusão e exclusão de possíveis recursos utilizados por um sistema agrícola e o submenu “Dinheiro” que permite a atualização da taxa de câmbio do dólar e do valor do *emdólar*.

- Relatório

Através deste menu o usuário pode montar um relatório contendo seus dados pessoais, cadastro da propriedade e análise emergética. Esse relatório pode ser impresso ou enviado por *e-mail*.

- Sair

Este menu é usado para o usuário sair do sistema. Uma janela será exibida perguntando se o usuário realmente deseja sair da aplicação.

- Ajuda

Através deste menu o usuário tem acesso à documentação de classes e ao manual do sistema.

5.3. Dificuldades no Desenvolvimento

O Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada (LEIA), local de desenvolvimento desta pesquisa, possui grande experiência em projetos de *softwares* básicos aplicados a engenharia de alimentos ou relacionados a modelagem e simulação de ecossistemas. A elaboração de *softwares* mais complexos, pela equipe do laboratório, é ainda uma atividade recente.

Na proposta inicial deste trabalho, acreditava-se que somente o conhecimento de uma linguagem de programação orientada a objetos já seria suficiente para se criar o

aplicativo proposto. Não havia a exigência de uma fase de levantamento de requisitos¹ e da utilização de uma metodologia de análise e projeto orientados a objetos². Com o decorrer da implementação do aplicativo, à medida que ele se tornava maior e ganhava novas funções, diversas dificuldades surgiam na codificação das classes.

Diante dessas dificuldades, percebeu-se que para o desenvolvimento de *softwares* complexos, uma análise é fundamental para se modelar o problema (o que deve ser feito) e um projeto é essencial para se modelar a solução (como pode ser feito). Mesmo reconhecendo sua importância, nenhuma metodologia de análise e projeto orientados a objetos foi utilizada, uma vez que a implementação do aplicativo já se encontrava em sua fase final quando se tomou consciência da necessidade de tais técnicas.

Antes que o aplicativo proposto seja expandido e receba novas aplicações, recomenda-se que se faça uma modelagem do sistema através de métodos de análise e projeto orientados a objetos e com o auxílio de ferramentas como a linguagem UML e os padrões de projetos (*Design Patterns*).

¹ A análise de requisitos define os serviços que um sistema deve realizar, sua interface com os demais elementos, e sob quais restrições o sistema deve operar. Os requisitos do sistema devem estabelecer o que o sistema deve fazer ao invés de como isto será feito (FISCHER, 2001).

² As metodologias de análise e projeto orientados a objetos são utilizadas para a construção de um modelo que apresente de maneira concisa os aspectos essenciais do sistema que está sendo desenvolvido. Inicialmente, esse modelo é concebido sem qualquer preocupação com os aspectos referentes à sua implementação. Somente numa segunda fase, o modelo deve ser revisto para incorporar os detalhes relevantes à sua implementação (MOURA, 2002).

AVALIAÇÃO DO APLICATIVO PROPOSTO: Um Estudo de Caso

Neste capítulo, discute-se um estudo de caso onde o aplicativo proposto neste trabalho foi aplicado. O objetivo desse estudo de caso foi avaliar o aplicativo proposto, utilizando-o, na prática, em análises energéticas *on-line* de sistemas agrícolas que empregam modelos de produção diferentes.

6.1. Uso do Estudo de Caso Para Fazer Avaliações

Segundo Yin (2005), um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos. O estudo de caso é utilizado para diferentes propósitos (GIL, 2002):

- Explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos.
- Preservar o caráter unitário do objeto estudado.
- Descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação.
- Formular hipóteses ou desenvolver teorias.
- Explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

Os estudos de caso têm lugar de destaque nas pesquisas de avaliação, havendo, no mínimo, cinco aplicações diferentes (YIN, 2005):

- Explicar os supostos vínculos causais em intervenções da vida real que são complexos demais para as estratégias experimentais ou aquelas utilizadas em levantamentos.
- Descrever uma intervenção e o contexto na vida real em que ela ocorre.
- Ilustrar certos tópicos dentro de uma avaliação.
- Explorar aquelas situações nas quais a intervenção que está sendo avaliada não apresenta um conjunto simples e claro de resultados.
- Ser uma meta-avaliação.

Anacleto et al. (2003) destacam que os estudos de caso provaram ser poderosos e informativos no domínio da engenharia de *software*. Embora eles não alcancem o rigor científico de experimentos formais, estudos de caso podem prover informação suficiente para auxiliar a julgar se tecnologias específicas serão benéficas para um projeto particular. A validade dos resultados pode ser aumentada pela repetição de um estudo de caso em vários contextos com foco no mesmo objetivo.

6.2. Seleção do Caso

O presente estudo de caso faz uma aplicação prática do aplicativo proposto neste trabalho, utilizando como fonte de dados a dissertação de mestrado defendida por Agostinho (2005), que utilizou a análise emergética para avaliar os aspectos ambientais, econômicos e sociais de três pequenas propriedades agrícolas. Essa dissertação pode ser encontrada na Internet, em formato PDF, no *site* da Base *Alimentarium*, através da URL <http://www.fea.unicamp.br/alimentarium>.

O trabalho de Agostinho (2005) foi escolhido como fonte de dados, por fornecer detalhadamente os valores e cálculos aplicados nas análises emergéticas, além de permitir que o aplicativo fosse testado com dados de propriedades que utilizam sistemas de produção diferentes.

6.3. Execução do Estudo de Caso

Para o propósito deste estudo de caso, realizou-se a análise emergética *on-line* de três propriedades agrícolas, analisadas pelo modo tradicional no trabalho de Agostinho (2005). Neste estudo, optou-se por omitir o nome real das propriedades e identificá-las pelos nomes Exemplo 1, Exemplo 2 e Exemplo 3. A propriedade Exemplo 1 utiliza conceitos agroecológicos de produção, enquanto que as outras duas produzem convencionalmente.

Para cadastrar as propriedades no sistema, foi criado com dados pessoais fictícios um usuário chamado “Usuário Teste”. O trabalho de Agostinho (2005) não fornece as informações necessárias para o preenchimento completo do cadastro de cada propriedade, entretanto, os dados que influenciam a análise emergética são encontrados. Assim, o cadastro das propriedades foi preenchido com dados reais e completado com informações consideradas adequadas para o modelo de produção empregado por cada propriedade.

Os produtos e recursos utilizados nas análises emergéticas foram inseridos no sistema por um usuário com privilégio de administrador. As informações a respeito dos produtos e recursos encontram-se nos diversos apêndices da dissertação elaborada por Agostinho (2005). Nas análises emergéticas realizadas por Agostinho, o autor considerou a biomassa como um produto. Não foi possível fazer essa mesma consideração para o aplicativo proposto, uma vez que o produto biomassa requer para os cálculos uma série de parâmetros que não podem ser armazenados no banco de dados da atual versão do aplicativo.

Com o aplicativo devidamente preparado, realizou-se uma análise emergética *on-line* para cada uma das propriedades, seguindo as etapas descritas no Capítulo 4. No próximo item os resultados obtidos são apresentados e discutidos.

6.4. Discussão do Estudo de Caso

As próximas tabelas mostram os resultados da análise emergética *on-line* para as três propriedades analisadas. Os resultados obtidos por Agostinho (2005) através da análise emergética tradicional também são apresentados, permitindo que se faça uma comparação entre os valores. Os dados detalhados das análises emergéticas *on-line*

podem ser visualizados nos relatórios apresentados no Apêndice A. A Tabela 5 apresenta os fluxos de energia e a energia dos produtos, a Tabela 6 mostra os índices emergéticos e a Tabela 7 exibe a rentabilidade econômica com e sem externalidades.

Tabela 5: Fluxos emergéticos e energia dos produtos das três propriedades obtidos pela análise emergética tradicional e *on-line*.

Fluxos	Unidade	Exemplo 1		Exemplo 2		Exemplo 3	
		Tradicional	On-line	Tradicional	On-line	Tradicional	On-line
R	sej/J x 10 ¹³	1035	905,82	319	319,40	319	315,02
N	sej/J x 10 ¹³	221	220,80	395	394,76	792	789,53
I	sej/J x 10 ¹³	1256	1126,62	714	714,17	1111	1104,55
M	sej/J x 10 ¹³	58	51,35	348	349,68	115	116,40
S	sej/J x 10 ¹³	56	56,07	121	101,66	48	47,65
F	sej/J x 10 ¹³	114	107,42	469	451,35	163	164,05
Y	sej/J x 10 ¹³	1370	1234,04	1183	1165,52	1270	1268,60
Ep	J/ha.ano x 10 ⁹	48,80	16,4	13,80	13,3	5,48	5,45

Tabela 6: Índices emergéticos das três propriedades obtidos pela análise emergética tradicional e *on-line*.

Índices	Unidade	Exemplo 1		Exemplo 2		Exemplo 3	
		Tradicional	On-line	Tradicional	On-line	Tradicional	On-line
Tr	sej/J x 10 ⁶	0,28	0,75	0,86	0,88	2,31	2,36
EYR	adimensional	11,96	11,49	2,52	2,58	7,82	7,73
EIR	adimensional	0,09	0,10	0,66	0,63	0,15	0,15
%R	%	75,53	73,40	26,99	27,40	24,82	24,83
EER	adimensional	5,52	4,97	2,33	2,30	9,91	9,94

Tabela 7: Rentabilidade com e sem externalidades das três propriedades obtidas pela análise emergética tradicional e *on-line*.

Índices	Exemplo 1		Exemplo 2		Exemplo 3	
	Tradicional	On-line	Tradicional	On-line	Tradicional	On-line
Rentabilidade (sem Externalidades)	1,93	1,87	1,11	1,29	0,03	0,01
Rentabilidade (com Externalidades)	1,93	1,87	0,41	0,49	-0,47	-0,48

Como pode ser visto na Tabela 5, os valores para os fluxos de energia obtidos pelos dois tipos de análise foram bastante semelhantes. Entretanto, o valor da energia total dos produtos apresentou uma diferença relativamente grande para a propriedade Exemplo 1. Essa diferença é um reflexo de não se ter utilizado a biomassa como um produto na análise emergética *on-line*.

A falta da biomassa também provocou uma diferença no valor da transformidade da propriedade Exemplo 1, como expõe a Tabela 6. O valor da transformidade de Exemplo 1 para a análise *on-line* foi maior que o da análise tradicional, consequência do menor valor para a energia total dos produtos dessa propriedade. Os demais índices emergéticos obtidos pela análise emergética *on-line* apresentaram valores similares aos obtidos pela análise tradicional para as três propriedades. A mesma semelhança também ocorre para as rentabilidades econômicas, com e sem externalidades, como mostra a Tabela 7.

De um modo geral, as diferenças entre os valores da análise emergética *on-line* e tradicional podem ser atribuídas aos seguintes fatores: (a) erros de digitação no aplicativo proposto dos dados contidos no trabalho de Agostinho e (b) diferenças entre os dois trabalhos na precisão, truncamento e no arredondamento dos dados.

Os resultados das análises emergéticas *on-line*, mostram que mesmo não considerando a biomassa como um produto, a conclusão da análise comparativa entre as três propriedades continua sendo a mesma apresentada por Agostinho (2005):

- a) Propriedades agrícolas agroecológicas são menos dependentes de recursos da economia. Enquanto a propriedade Exemplo 1 (agroecológica) usou 9% do total de energia com recursos da economia, as propriedades Exemplo 2 e Exemplo 3 (convencionais) usaram, respectivamente, 39% e 13%;
- b) Propriedades agrícolas agroecológicas são mais eficientes na transformação de energia. A propriedade Exemplo 1 (agroecológica) obteve uma transformidade de $0,75 \times 10^6$ sej/J, enquanto a propriedade Exemplo 2 (convencional) obteve $0,88 \times 10^6$ e a propriedade Exemplo 3 (convencional) obteve $2,36 \times 10^6$. Quanto menor a transformidade, mais eficiente é o sistema;
- c) Propriedades agrícolas agroecológicas são mais sustentáveis. A propriedade Exemplo 1 obteve 73,40% de renovabilidade, enquanto que as propriedades Exemplo 2 e Exemplo 3 (convencionais) obtiveram, respectivamente, 27,40% e 24,83%.

Assim sendo, através deste estudo de caso é possível dizer que o sistema proposto é uma ferramenta válida para a realização de análises emergéticas *on-line*, fornecendo como resultado valores calculados corretamente e capazes de caracterizar os sistemas agrícolas.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta a proposta da análise emergética *on-line* para diagnóstico de sistemas agrícolas. As conclusões desta pesquisa são:

- a) A metodologia emergética pode ser utilizada em um aplicativo Web para diagnóstico de sistemas agrícolas, fornecendo indicadores de fácil leitura sobre a performance ambiental desses sistemas;
- b) O aplicativo proposto é um exemplo de como a informática pode contribuir para o desenvolvimento sustentável dos sistemas agrícolas, quando associada a metodologias capazes de avaliar o desempenho ambiental e econômico desses sistemas;
- c) O aplicativo proposto garante a correta quantificação dos fluxos de energia. Como os valores das transformidades ficam armazenados no banco de dados, temos uma padronização desses valores para cada recurso. Isso garante uma maior confiabilidade nos resultados quando se faz comparações entre as análises emergéticas de diferentes propriedades agrícolas, pois se tem a certeza que a transformidade utilizada para o cálculo da energia de um determinado recurso é sempre a mesma para qualquer propriedade;
- d) A análise emergética é uma metodologia relativamente nova, portanto desconhecida da maioria das pessoas. O aplicativo proposto, por ser um aplicativo para a Internet, abre uma possibilidade para a análise emergética vir a ser utilizada por um número maior de pessoas;

- e) A interface amigável do aplicativo proposto facilita a utilização do sistema por pessoas que não conheçam os detalhes específicos da teoria emergética, já que todos os dados que o aplicativo solicita estão em unidades que são de conhecimento do usuário comum e o próprio sistema se encarrega de fazer a conversão para as unidades utilizadas na análise emergética;
- f) A visualização dos fluxos de energia e índices emergéticos através de gráficos permite que os resultados das análises emergéticas sejam melhor compreendidos pelos usuários;
- g) A arquitetura proposta para o aplicativo, baseada no modelo de três camadas, se mostrou adequada para um aplicativo Web que utiliza um *applet* no cliente. Usando essa arquitetura, é possível que as tarefas que exigem o uso de bibliotecas muito grandes sejam realizadas pelos *servlets* no servidor, mantendo o tamanho do *applet* pequeno e, conseqüentemente, permitindo seu rápido carregamento pelo navegador;
- h) O servidor de banco de dados MySQL foi utilizado com sucesso neste trabalho. O MySQL foi fundamental por permitir a utilização de regras de integridade referencial e dar suporte às transações. Um banco de dados com essas características foi necessário, uma vez que alguns dos *servlets* implementados usam as transações no processamento das informações. O fato do MySQL ser um banco de dados de qualidade e gratuito é outra grande vantagem para ele ser utilizado em um trabalho acadêmico;
- i) Para facilitar o desenvolvimento de aplicativos mais complexos e de qualidade, além de conhecer uma linguagem de programação orientada a objetos, o desenvolvedor deve realizar um processo de levantamento de requisitos e a modelagem conceitual do aplicativo através de metodologias de análise e projeto orientados a objetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, F. D. R. **Uso de análise emergética e sistemas de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas**. 2005. 226 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.

ALMEIDA, J. Da ideologia do progresso à idéia do desenvolvimento (rural) sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. (Org.). **Reconstruindo a agricultura**: idéias e ideais na perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1997. p. 33-55.

ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002.

ANACLETO, A.; von WANGENHEIM, C. G.; SALVIANO, C. F.; SAVI, R. 15504MPE-Desenvolvendo um método para avaliação de processos de software em MPEs utilizando a ISO/IEC 15504. In: SIMPROS - Simposio Internacional de Melhoria de Processos de Software, 2003, Recife. **Proceedings...**, Recife. SIMPROS 2003, 2003. p. 61-70.

ANDREIS, D.; PANZIERI, M.; PICCHI, M. P. Sustainability indicators for environmental certification of Siena province (Italy). **Advances in Ecological Sciences**, v. 18, p. 301-308, 2003

ASSIS, R. L. de. Globalização, desenvolvimento sustentável e ação local: o caso da agricultura orgânica. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 79-96, 2003.

BASTIANONI, S.; MARCHETTINI, N. The problem of co-production in environmental accounting by emergy analysis. **Ecological Modelling**, v. 129, p. 187-193, 2000.

BASTIANONI, S.; MARCHETTINI, N.; PANZIERI, M.; TIEZZI, E. Sustainability assessment of a farm in the Chianti area (Italy). **Journal of Cleaner Production**, v. 9, p. 365-373, 2001.

BOUNI, C. Indicateurs de developement durable: l'enjeu d'organiser une information hétérogène pour preparer une decision multicritère. In: COLLOQUE INTERNATIONAL SUR INDICATEURS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE, 1996, Abbay de Fontevraud. **Annales...** [S.l.]: [s.n.], 1996.

CAVALCANTI, C. Condicionantes biofísicos da economia e suas implicações quanto à noção do desenvolvimento sustentável. In: ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P.; LEONARDI, M. L. A. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**. Campinas: Unicamp, 1996. p. 61-82.

CAVALCANTI, C. Uma tentativa de caracterização da economia ecológica. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 149-156, 2004.

CAVALETT, O. **Análise emergética da psicultura integrada à criação de suínos e de pesque-pagues**. 2004. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.

CLEVELAND, C. J. Biophysical economics: historical perspective and current research trends. **Ecological Modelling**, v. 38, p. 47-73, 1987.

COMAR, M. V. **Avaliação emergética de projetos agrícolas e agro-industriais: a busca do desenvolvimento sustentável**. 1998. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.

COSTANZA, R. Toward an ecological economics. **Ecological Modelling**, v. 38, p. 1-7, 1987.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996.

FARBER, S. C.; COSTANZA, R.; WILSON, M. A. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 375,392, 2002.

FERRAZ, J. M. G. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. (Eds.) **Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 15-35.

FIELDS, D. K.; KOLB, M. A.; BAYERN, S. **Web development with JavaServer Pages**. 2. ed. Greenwich, CT: Manning Publications Co., 2002.

FISCHER, M. C. B. de O. **Estudo de requisitos para um software educativo de apoio ao ensino da introdução à computação**. 2001. 170 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, São Paulo.

FONSECA, M. F. de A. C. Cenários no SAA no século XXI: algumas tensões e negociações encaradas pelo enfoque orgânico e agroecológico. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2002, Corumbá. **Anais eletrônicos...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. Disponível em <<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/portugues/05pt02.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2005.

FRANCISCO, V. L. Dos S. Acesso do setor rural à Internet no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 33, n. 5, p. 53-56, 2003.

FRANCISCO, V. L. F. dos S.; PINO, F. A. Fatores que afetam o uso da Internet no meio rural paulista. **Agricultura em São Paulo**. V. 51, n. 2, p. 27-36, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOODLAND, R.; LEDEC, G. Neoclassical economics and principles of sustainable development. **Ecological Modelling**, v. 38, p. 19-46, 1987.

HORSTMANN, C. S.; CORNELL, G. **Core Java 2**. Palo Alto, California: Sun Microsystems, 1999. v. 1. Fundamentals.

HUNTER, J.; CRAWFORD, W. **Java servlet programming**. Sebastopol, CA: O'Reilly & Associates, 2001.

JENSEN, A. L. Building a web-based information system for variety selection in field crops: objectives and results. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 32, p. 195-211, 2001.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001.

KURNIAWAN, B. **Java for the Web with Servlets, JSP, and EJB: a developer's guide to J2EE Solutions**. 1. ed. Indianapolis: New Riders, 2002.

LEFROY, E.; RYDBERG, T. Emergy evaluation of three cropping systems in southwestern Austrália. **Ecological Modelling**, v. 161, p. 195-211, 2003.

LEMAY, L.; CADENHEAD, R. **Sams teach yourself Java 2 in 21 days**. Indianapolis, IN: Sams Publishing, 1999.

LEVARLET, F.; PASQUIER, J. Eco-energy analysis and sustainable development: applied emergy valuation for the French ecological-economic system. In: INTERNATIONAL WORKSHOP "ADVANCES IN ENERGY STUDIES", 2., 2000, Porto Venere, Italy. **Proceedings...** Padova: SGE, 2001. p. 211-224.

LEVY, J. K.; KILGOUR, D. M.; HIPEL, K. W. Web-based multiple criteria decision analysis: Web-HIPRE and the management of environmental uncertainty. **INFOR**, v. 38, n. 3, p. 221-244, 2000.

LEWIS, K. A.; BARDON, K. S. A computer-based informal environmental management system for agriculture. **Environmental Modelling & Software**, v. 13, p. 123-137, 1998.

LOTKA, A. J. Contribution to the energetics of evolution. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 8, n. 6, p. 147-150, 1922a.

LOTKA, A. J. Natural selection as a physical principle. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 8, n. 6, p. 151-155, 1922b.

LOTKA, A. J. The law of evolution as a maximal principle. **Human Biology**, v. 17, p. 167-194, 1945.

MARQUES, J. F.; COMUNE, A. E. A teoria neoclássica e a valoração ambiental. In: ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P.; LEONARDI, M. L. A. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**. Campinas: Unicamp, 1996. p. 21-42.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 41-59, 2000.

MEIRA, C. A. A. et al. Agroinformática: qualidade e produtividade na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 13, n. 2, p. 175-194, 1996.

MOURA, E. L. C. **Análise orientada a objetos aplicada ao desenvolvimento de programas para a engenharia de fundações e obras de terra**. 2002. 79 p. Monografia (Especialização em Informática Empresarial) – Faculdade de Engenharia, Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.

NIEMEYER, P; KNUDSEN, J. **Learning Java**. Sebastopol, CA: O'Reilly & Associates, 2000.

O EFEITO REDE. **Revista Agrosoft**, n. 9, 2002. Disponível em: <<http://agrosoft.softex.br/agrosobr/ver.php?page=43>>. Acesso em: 08 de mar. 2005.

ODUM, H. T. An energy hierarchy law for biogeochemical cycles. In: BROWN, M. T. (Ed.). **Emergy Synthesis: Theory and applications of the emergy methodology**. Gainesville: The Center for Environmental Policy, 2001. p. 235-248.

ODUM, H. T. **Environmental accounting: emergy and environmental decision making**. New York: John Wiley & Sons, 1996.

ODUM, H. T. **Systems ecology: an introduction**. Nova York: Wiley-Interscience, 1983.

ORTEGA, E. et al. **Curso de Ecossistemas e Políticas Públicas**. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/iuri18.htm>>. Acesso em: 18 jul. 2005.

ORTEGA, E. Indicadores de sustentabilidade sob a perspectiva da análise emergética. In: MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. (Eds.) **Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 73-90.

ORTEGA, E.; ANAMI, M. H.; DINIZ, G. Certification of food products using emergy analysis. In: INTERNATIONAL WORKSHOP "ADVANCES IN ENERGY STUDIES", 3., Porto Venere, Italy. **Proceedings...** Padova: SGE, 2003. p. 227-237.

PANZIERI, M.; MARCHETTINI, N.; BASTIANONI, S. A thermodynamic methodology to assess how different cultivation methods affect sustainability of agricultural systems. **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, v. 9, p. 1-8, 2002a.

PANZIERI, M.; PORCELLI, M.; PULSELLI, F. M. Thermodynamic indicators for environmental certification. **Annali di Chimica**, v. 92, p. 875-885, 2002b.

PATTERSON, M. G.; Ecological production based pricing of biosphere processes. **Ecological Economics**, v. 41, p. 457-478, 2002.

PESSOA, M.C.P.Y., SILVA, A. de S., CAMARGO, C.P. **Qualidade e certificação de produtos agropecuários**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

PINO, F. A. **Inclusão ou exclusão digital na agricultura?** Seção Políticas Públicas. 2004. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1211>>. Acesso em: 01 mai. 2005.

PIORR, H.-P. Environmental policy, agri-environmental indicators and landscape indicators. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 98, p. 17-33, 2003.

PRETTY, J. N. et al. An assessment of the total external costs of UK agriculture. **Agricultural Systems**, v. 65, p. 113-136, 2000.

PRETTY, J. N. et al. Policy challenges and priorities for internalizing the externalities of modern agriculture. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 44, n. 2, p. 263-283, 2001.

ROLFE, J.; GREGOR, S.; MENZIES, D. Reasons why farmers in Australia adopt the Internet. **Electronic Commerce Research and Applications**, v. 2, p. 27-41, 2003.

SALES, M. N. G. (Coord.) et al. **Plano estratégico de desenvolvimento da agricultura capixaba: agricultura orgânica**. Linhares, ES, 2003.

SANTOS, L. C. R. dos. **A certificação participativa de produtos ecológicos desenvolvida pela Rede Ecovida de Agroecologia – limites e desafios**. 2002. Monografia (Especialização em agroecologia e desenvolvimento sustentável) - UFSC, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis.

SEIFFERT, N. F. O desafio da pesquisa ambiental. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 15, n. 3, p. 103-122. 1998.

ULGIATI, S.; ODUM, H. T.; BASTIANONI, S. Emergy use, environmental loading and sustainability: an emergy analysis of Italia. **Ecological Modelling**, v. 73, 1994.

von BERTALANFFY, L. **General systems theory**. New York: George Braziller, 1968.

WILLER, H., YUSSEFI, M. (Eds.). **The world of organic agriculture: statistics and emerging trends**. Bonn: IFOAM, 2004.

XIA, Y.; STINNER, R. E.; BRINKMAN, D.; BENNET, N. Agricultural chemicals use data access using *COLDFUSION* markup language and a relational database. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 38, p. 217-225, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZENG, H. et al. A web-based simulation system for transport and retention of dissolved contaminants in soil. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 33, p. 105-120, 2002.

ZHU, X. et al. Web-based decision support for regional vegetation management. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 25, p. 605-627, 2001.

ZHU, X.; DALE, A. P. JavaAHP: a web-based decision analysis tool for natural resource and environmental management. **Environmental Modelling & Software**, v. 16, p. 251-262, 2001.

Apêndice A

RELATÓRIOS DO ESTUDO DE CASO

Este anexo apresenta os relatórios obtidos no estudo de caso realizado neste trabalho. Os relatórios foram gerados através do aplicativo proposto e contêm os dados pessoais do usuário, as informações do cadastro da propriedade e os dados detalhados da análise emergética *on-line*.

Relatório – Propriedade Exemplo 1

RELATÓRIO

DADOS PESSOAIS**Nome: Usuário Teste** **Código: 19**

E-mail: analiseemergetica@yahoo.com.br

RG: 123456789-X CPF: 98765432136 Data de nascimento: 01/01/1971

Nome do cônjuge: Usuária Teste

Número de filhos: 0

Endereço: LEIA / DEA / FEA / UNICAMP

Bairro: Barão Geraldo

Município: Campinas Estado: SP CEP: 63256496

Telefone: 32198752 FAX: 63527896

CADASTRO DA PROPRIEDADE**Nome da propriedade: exemplo 1****OCUPAÇÃO DO SOLO**

Área cultivada (ha):	5.5	Cultura anual (ha):	2.5	Cultura perene (ha):	3.0
Capoeiras (ha):	0.5	Reflorestamento (ha):	7.0	Estradas (ha):	0.3
Corpos d'água (ha):	0.2	Pastagens (ha):	2.0	Instalações (ha):	1.0
Mata natural (ha):	10.0	Outros (ha):	3.2	Área total (ha):	29.7

MÃO-DE-OBRA UTILIZADA

- (x) Familiar
() Contratada permanente
(x) Contratada temporária

PRODUÇÃO VEGETAL/ANIMAL COMERCIALIZADA**Produtos Vegetais**

abóbora
arroz
batata doce
feijão
frutas (geral)
girassol
hortaliças (geral)
mandioca
milho
soja

Produtos Animais

OUTROS PRODUTOS COMERCIALIZADOS E SERVIÇOS PRESTADOS

Outros Produtos

cera
 esterco
 lã fiada
 lã tapete
 lã tecido
 mel
 óleo girassol
 própolis
 torta girassol

Serviços Prestados

aulas
 pesquisa

INDICADORES SOBRE O MEIO AMBIENTE

Faço rotação de cultura:	sim	Utilizo práticas de conservação de solo:	sim
Tenho solos degradados na propriedade:	não	O solo vem perdendo fertilidade:	não
Tenho problema com a qualidade da água:	não	Faço reflorestamento em espécie nativa:	sim
Faço tratamento dos resíduos gerados:	sim	Vejo bichos e aves na propriedade:	sim
As culturas são produzidas de forma ecológica:	sim	Faço manejo integrado de pragas:	não

INDICADORES SOCIAIS

Assistência técnica oficial:	não	Assistência técnica privada:	não	Crédito rural:	não
Comunicação telefônica:	sim	Faz contabilidade:	sim	É proprietário do imóvel rural:	sim
Tem acesso a internet/e-mail:	sim	Tem renda extra-agrícola:	sim	Tem água encanada na residência:	não
Tem escrituração agrícola com o mapa do imóvel:	sim	Dispõe de energia elétrica para produção agrícola:	sim		
Dispõe de energia elétrica para uso residencial:	sim	Usa computador na agropecuária:	sim		

INDICADORES ZOOTÉCNICOS

- | | | |
|--|--|---|
| ☐ Homeopatia | ☐ Pastoreio intensivo | ☐ Mineralização |
| ☒ Confinamento | ☐ Pastoreio rotacionado | ☐ Vermifugação |
| ☒ Vacinação | ☐ Ordenha mecânica | ☒ Produz feno/ração/silagem |

PRODUTOS/INSUMOS ADQUIRIDOS DE FORA DA PROPRIEDADE

- | | | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ☐ Sementes | ☐ Esterco | ☐ Calcário |
| ☐ Fertilizantes | ☐ Formicidas | ☐ Herbicidas |
| ☐ Inseticidas | ☐ Fungicidas | ☐ Outros |

EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES DISPONÍVEIS**Equipamentos**

implementos
placa fotovoltaica
tecelagem
trator

Instalações

casarão
casa
estufas
galpão
moradia
oficina mecânica
paiol
sala (aula, reuniões)

ANÁLISE EMERGÉTICA DA PROPRIEDADE**DADOS DA ANÁLISE**

Nome da análise: análise emergética

Data Realizada: 19/06/2005

Valor do dólar (R\$): 3,00

Área total da propriedade (ha): 29,70

Transformidade do dinheiro (sej/US\$): 3,30E12

Produção agroecológica: **sim**

Valor das externalidades negativas (R\$/ano): 0,00

PRODUTOS - ENERGIA PRODUZIDA E DINHEIRO RECEBIDO PELAS VENDAS

Produto	Produção	Unidade (unid./ano)	Valor Calórico (kcal/unid.)	Energia (J/ha.ano)	Preço de Venda (R\$/unid.)	Dinheiro das Vendas (R\$/ano)
abóbora	280,00	kg	150,00	5,92E6	0,90	252,00
arroz	400,00	kg	3620,00	2,04E8	5,00	2000,00
batata doce	500,00	kg	1140,00	8,03E7	0,90	450,00
feijão	387,00	kg	2620,00	1,43E8	2,30	890,10
frutas (geral)	5000,00	kg	500,00	3,52E8	1,00	5000,00
girassol	710,00	kg	4750,00	4,75E8	0,30	213,00
hortaliças (geral)	3900,00	kg	80,00	4,40E7	1,00	3900,00
mandioca	2000,00	kg	1330,00	3,75E8	1,10	2200,00
milho	2400,00	kg	3500,00	1,18E9	0,35	840,00
soja	192,00	kg	3630,00	9,82E7	1,50	288,00
água infiltrada no solo	74300,00	m3	1194,46	1,25E10	0,00	0,00
cera	20,00	kg	8000,00	2,26E7	11,00	220,00
lã fiada	36,00	kg	4500,00	2,28E7	36,00	1296,00
lã tapete	24,00	kg	4500,00	1,52E7	35,00	840,00
lã tecido	60,00	kg	4500,00	3,81E7	120,00	7200,00
mel	600,00	kg	3125,00	2,64E8	9,00	5400,00
óleo girassol	213,00	kg	9000,00	2,70E8	6,25	1331,25
própolis	10,00	kg	5000,00	7,05E6	100,00	1000,00
torta girassol	497,00	kg	2692,00	1,89E8	0,16	79,52
aulas	4800,00	hora	146,00	9,88E7	7,00	33600,00
pesquisa	600,00	hora	146,00	1,23E7	0,00	0,00

Energia Total dos Produtos (Ep): 1,64E10 J/ha.ano

Receitas (R\$/ano): 66999,87

DEPRECIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

Item	Valor (R\$/ano)
casa	933,33
casa dos extratos	780,00
casarão	1866,67
estufas	500,00
galpão	666,67
implementos	500,00
moradia	840,00
oficina mecânica	540,00
paioi	120,00
placa fotovoltaica	30,00
sala (aula, reuniões)	800,00
tecelagem	126,67
trator	1333,33

Soma total (R\$/ano): 9036,67

CUSTOS DE PRODUÇÃO

Item	Valor (R\$/ano)
depreciação	9036,67
combustível	2280,00
eletricidade	1950,00
materiais para manutenção	1150,00
impostos	200,00
manutenção	900,00
Mão-de-obra (salário)	3120,00
serviços privados	120,00
telefone	1440,00
Mão-de-obra (salário)	3120,00
Mão-de-obra (salário)	0,00

Total dos custos de produção (R\$/ano): 23316,67

TABELA DE AVALIAÇÃO EMERGÉTICA

Contribuição	Valor Numérico	Unid./ha.ano	Transformidade (sej/Unid.)	Fluxo de Emergia (sej/ha.ano)x10¹³
Recursos Naturais Renováveis (R)				
nitrogênio	4,03E2	kg/ha.ano	7,73E12	311,70
fósforo	5,83E1	kg/ha.ano	2,99E13	174,45
potássio	2,36E2	kg/ha.ano	2,92E12	69,02
cálcio	2,46E1	kg/ha.ano	1,68E12	4,14
outros minerais	4,00E1	kg/ha.ano	1,71E12	6,83
chuva	6,25E10	J/ha.ano	4,70E4	293,75
lençol freático	2,29E9	J/ha.ano	1,76E5	40,30
sol	1,52E11	J/ha.ano	1,00E0	0,02
vento	1,51E10	J/ha.ano	2,45E3	3,69
água bombeada	1,09E8	J/ha.ano	1,76E5	1,92
Recursos Naturais Não Renováveis (N)				
erosão do solo agríciola	2,98E10	J/ha.ano	7,40E4	220,80
Contribuição da Economia - Materiais (M)				
combustível	5,29E7	J/ha.ano	1,11E5	0,59
eletricidade	3,88E8	J/ha.ano	3,36E5	13,03
materiais para manutenção	1,29E1	US\$/ha.ano	3,30E12	4,26
depreciação	9,04E3	US\$/ha.ano	3,30E12	33,47
Contribuição da Economia - Serviços (S)				
impostos	2,24E0	US\$/ha.ano	3,30E12	0,74
manutenção	1,01E1	US\$/ha.ano	3,30E12	3,33
mão-de-obra (salário)	3,50E1	US\$/ha.ano	3,30E12	11,56
serviços privados	1,35E0	US\$/ha.ano	3,30E12	0,44
telefone	1,62E1	US\$/ha.ano	3,30E12	5,33
mão-de-obra (salário)	3,50E1	US\$/ha.ano	3,30E12	11,56
mão-de-obra (salário)	7,00E1	US\$/ha.ano	3,30E12	23,11
Energia Total (Y):				1,23E16

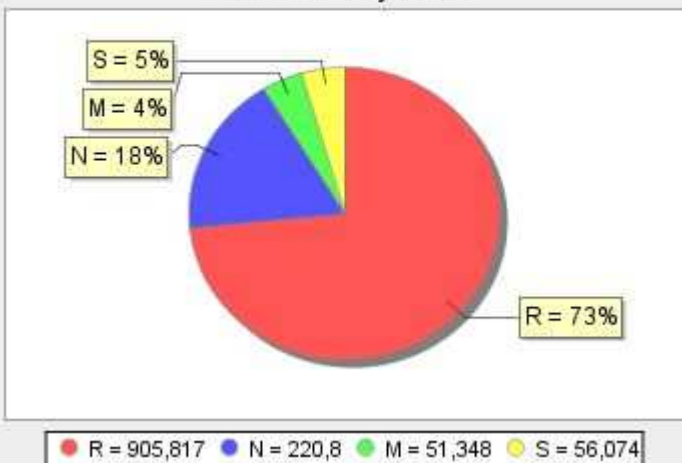
FLUXOS AGREGADOS DE ENERGIA

* Valores em (sej/ha.ano) $\times 10^{13}$

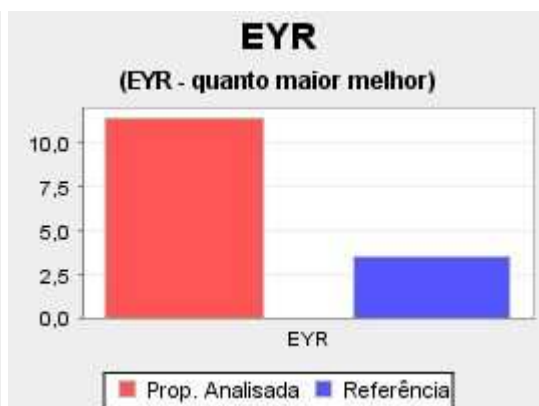
Recursos Naturais Renováveis (R):	905,82
Recursos Naturais Não Renováveis (N):	220,80
Contribuição da Natureza (I=N+R):	1126,62
Materiais (M):	51,35
Serviços (S):	56,07
Contribuição da Economia (F=M+S):	107,42
Energia Total (Y=I+F):	1234,04

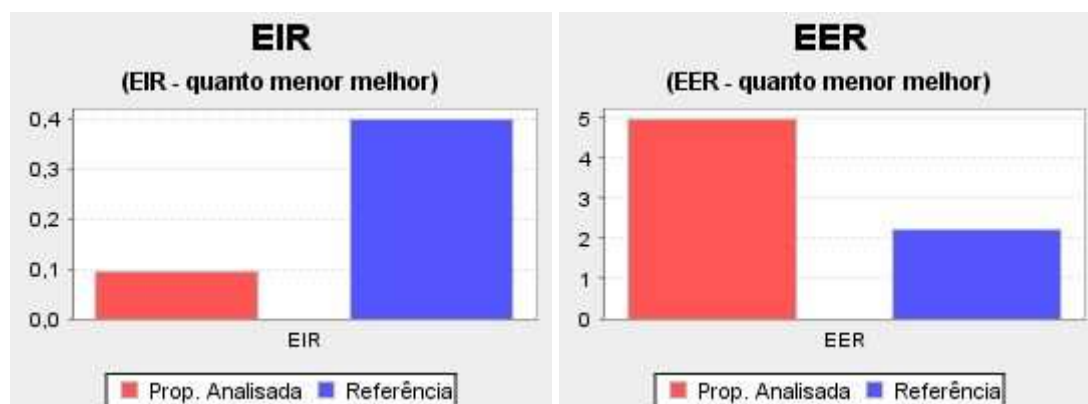
Porcentagem dos Fluxos Emergéticos

valores em sej x 1E13

**ÍNDICES EMERGÉTICOS**

Tr - Transformidade (Y/Ep):	7,52E5
EYR - Taxa de Rendimento (Y/F):	11,49
EIR - Taxa de Investimento (F/I):	0,10
%R - Renovabilidade (100 x R/Y):	73,40
EER- Taxa de Intercâmbio:	4,97





ÍNDICES ECONÔMICOS

Rentabilidade Econômica: 1,87

Rentabilidade (com externalidade): 1,87

Relatório – Propriedade Exemplo 2

RELATÓRIO

DADOS PESSOAIS**Nome: Usuário Teste** **Código: 19**

E-mail: analiseemergetica@yahoo.com.br

RG: 123456789-X CPF: 98765432136 Data de nascimento: 01/01/1971

Nome do cônjuge: Usuária Teste

Número de filhos: 0

Endereço: LEIA / DEA / FEA / UNICAMP

Bairro: Barão Geraldo

Município: Campinas Estado: SP CEP: 63256496

Telefone: 32198752 FAX: 63527896

CADASTRO DA PROPRIEDADE**Nome da propriedade: exemplo 2****OCUPAÇÃO DO SOLO**

Área cultivada (ha):	8.0	Cultura anual (ha):	3.0	Cultura perene (ha):	5.0
Capoeiras (ha):	0.3	Reflorestamento (ha):	0.2	Estradas (ha):	0.1
Corpos d'água (ha):	0.1	Pastagens (ha):	1.0	Instalações (ha):	0.1
Mata natural (ha):	1.0	Outros (ha):	4.8	Área total (ha):	15.6

MÃO-DE-OBRA UTILIZADA

- (x) Familiar
() Contratada permanente
() Contratada temporária

PRODUÇÃO VEGETAL/ANIMAL COMERCIALIZADA**Produtos Vegetais**

café
chuchu
pepino
pêssego
pimentão
tomate

Produtos Animais

frango (integração)

OUTROS PRODUTOS COMERCIALIZADOS E SERVIÇOS PRESTADOS**Outros Produtos****Serviços Prestados****INDICADORES SOBRE O MEIO AMBIENTE**

Faço rotação de cultura:	não	Utilizo práticas de conservação de solo:	sim
Tenho solos degradados na propriedade:	sim	O solo vem perdendo fertilidade:	não
Tenho problema com a qualidade da água:	não	Faço reflorestamento em espécie nativa:	não
Faço tratamento dos resíduos gerados:	não	Vejo bichos e aves na propriedade:	sim
As culturas são produzidas de forma ecológica:	não	Faço manejo integrado de pragas:	não

INDICADORES SOCIAIS

Assistência técnica oficial:	sim	Assistência técnica privada:	não	Crédito rural:	não
Comunicação telefônica:	sim	Faz contabilidade:	não	É proprietário do imóvel rural:	sim
Tem acesso a internet/e-mail:	sim	Tem renda extra-agrícola:	não	Tem água encanada na residência:	não
Tem escrituração agrícola com o mapa do imóvel:	sim	Dispõe de energia elétrica para produção agrícola:	sim		
Dispõe de energia elétrica para uso residencial:	sim	Usa computador na agropecuária:	não		

INDICADORES ZOTÉCNICOS

() Homeopatia	() Pastoreio intensivo	() Mineralização
() Confinamento	() Pastoreio rotacionado	() Vermifugação
() Vacinação	() Ordenha mecânica	() Produz feno/ração/silagem

PRODUTOS/INSUMOS ADQUIRIDOS DE FORA DA PROPRIEDADE

(x) Sementes	() Esterco	(x) Calcário
(x) Fertilizantes	(x) Formicidas	(x) Herbicidas
(x) Inseticidas	(x) Fungicidas	(x) Outros

EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES DISPONÍVEIS

Equipamentos

peneirador de café
bomba de água
trator
implementos

Instalações

casa
estufas
tulha p/ café
aviário

ANÁLISE EMERGÉTICA DA PROPRIEDADE

DADOS DA ANÁLISE

Nome da análise: análise emergetica

Data Realizada: 19/06/2005

Valor do dólar (R\$): 3,00

Área total da propriedade (ha): 15,60

Transformidade do dinheiro (sej/US\$): 3,30E12

Produção agroecológica: **não**

Valor das externalidades negativas (R\$/ano): 1080,00

PRODUTOS - ENERGIA PRODUZIDA E DINHEIRO RECEBIDO PELAS VENDAS

Produto	Produção	Unidade (unid./ano)	Valor Calórico (kcal/unid.)	Energia (J/ha.ano)	Preço de Venda (R\$/unid.)	Dinheiro das Vendas (R\$/ano)
café	8000,00	kg	1660,00	3,56E9	2,20	17600,00
chuchu	66000,00	kg	160,00	2,83E9	0,21	13860,00
pepino	11000,00	kg	60,00	1,77E8	0,68	7480,00
pêssego	350,00	kg	410,00	3,85E7	2,00	700,00
pimentão	2750,00	kg	80,00	5,90E7	0,60	1650,00
tomate	9000,00	kg	150,00	3,62E8	1,00	9000,00
frango (integração)	120000,00	frango	0,00	3,22E-10	0,18	21600,00
água infiltrada no solo	19500,00	m3	1194,46	6,25E9	0,00	0,00

Energia Total dos Produtos (Ep): 1,33E10 J/ha.ano

Receitas (R\$/ano): 71890,00

DEPRECIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

Item	Valor (R\$/ano)
aviário	10000,00
bomba de água	500,00
casa	2666,67
estufas	2750,00
implementos	300,00
peneirador de café	100,00
trator	1333,33
tulha p/ café	80,00
casa	3200,00
casa	1600,00

Soma total (R\$/ano): 22530,00

CUSTOS DE PRODUÇÃO

Item	Valor (R\$/ano)
depreciação	22530,00
combustível	2280,00
cálcio	0,00
eletricidade	1950,00
fungicida	300,00
herbicida	219,00
materiais para manutenção	2000,00
nitrito de cálcio	74,00
nitrito de potássio	100,00
impostos	115,00
mão-de-obra (salário)	0,00
serviços privados	1102,46
telefone	720,00

Total dos custos de produção (R\$/ano): 31390,46

TABELA DE AVALIAÇÃO EMERGÉTICA

Contribuição	Valor Numérico	Unid./ha.ano	Transformidade (sej/Unid.)	Fluxo de Energia (sej/ha.ano)x10¹³
Recursos Naturais Renováveis (R)				
sol	1,52E11	J/ha.ano	1,00E0	0,02
chuva	6,25E10	J/ha.ano	4,70E4	293,75
lençol freático	1,25E9	J/ha.ano	1,76E5	21,94
vento	1,51E10	J/ha.ano	2,45E3	3,69
Recursos Naturais Não Renováveis (N)				
erosão do solo agríciola	5,33E10	J/ha.ano	7,40E4	394,76
Contribuição da Economia - Materiais (M)				
combustível	2,29E8	J/ha.ano	1,11E5	2,55
cálcio	2,40E-1	kg/ha.ano	2,08E12	0,05
eletricidade	1,73E9	J/ha.ano	3,36E5	58,15
fungicida	3,33E1	kg/ha.ano	1,48E13	49,24
herbicida	5,00E-1	kg/ha.ano	1,31E15	65,50
materiais para manutenção	4,27E1	US\$/ha.ano	3,30E12	14,10
nitrito de cálcio	1,58E0	US\$/ha.ano	3,30E12	0,52
nitrito de potássio	2,14E0	US\$/ha.ano	3,30E12	0,71
depreciação	2,25E4	US\$/ha.ano	3,30E12	158,87
Contribuição da Economia - Serviços (S)				
impostos	2,46E0	US\$/ha.ano	3,30E12	0,81
mão-de-obra (salário)	2,67E2	US\$/ha.ano	3,30E12	88,00
serviços privados	2,36E1	US\$/ha.ano	3,30E12	7,77
telefone	1,54E1	US\$/ha.ano	3,30E12	5,08
Energia Total (Y):				
				1,17E16

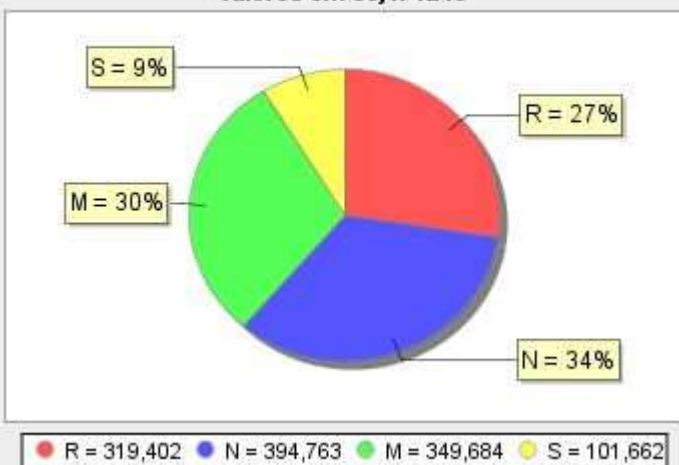
FLUXOS AGREGADOS DE EMERGIA

* Valores em (sej/ha.ano) $\times 10^{13}$

Recursos Naturais Renováveis (R):	319,40
Recursos Naturais Não Renováveis (N):	394,76
Contribuição da Natureza (I=N+R):	714,17
Materiais (M):	349,68
Serviços (S):	101,66
Contribuição da Economia (F=M+S):	451,35
Energia Total (Y=I+F):	1165,51

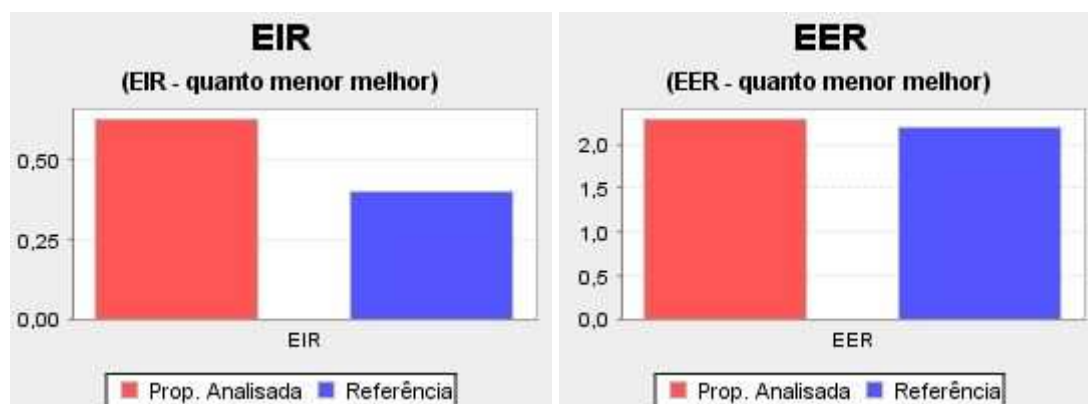
Porcentagem dos Fluxos Emergéticos

valores em sej x 1E13

**ÍNDICES EMERGÉTICOS**

Tr - Transformidade (Y/Ep):	8,77E5
EYR - Taxa de Rendimento (Y/F):	2,58
EIR - Taxa de Investimento (F/I):	0,63
%R - Renovabilidade (100 x R/Y):	27,40
EER- Taxa de Intercâmbio:	2,30





ÍNDICES ECONÔMICOS

Rentabilidade Econômica: 1,29

Rentabilidade (com externalidade): 0,49

Relatório – Propriedade Exemplo 3

RELATÓRIO

DADOS PESSOAIS**Nome: Usuário Teste** **Código: 19**

E-mail: analiseemergetica@yahoo.com.br

RG: 123456789-X CPF: 98765432136 Data de nascimento: 01/01/1971

Nome do cônjuge: Usuária Teste

Número de filhos: 0

Endereço: LEIA / DEA / FEA / UNICAMP

Bairro: Barão Geraldo

Município: Campinas Estado: SP CEP: 63256496

Telefone: 32198752 FAX: 63527896

CADASTRO DA PROPRIEDADE**Nome da propriedade: exemplo 3****OCUPAÇÃO DO SOLO**

Área cultivada (ha): 9.0

Capoeiras (ha): 1.5

Corpos d'água (ha): 0.5

Mata natural (há): 1.0

Cultura anual (ha): 5.0

Reflorestamento (ha): 0.5

Pastagens (ha): 10.0

Outros (ha): 0.8

Cultura perene (ha): 4.0

Estradas (ha): 1.0

Instalações (ha): 1.0

Área total (ha): 25.3

MÃO-DE-OBRA UTILIZADA

() Familiar

(x) Contratada permanente

() Contratada temporária

PRODUÇÃO VEGETAL/ANIMAL COMERCIALIZADA**Produtos Vegetais**

hortaliças (geral)

milho

Produtos Animais

bovinos (adultos)

OUTROS PRODUTOS COMERCIALIZADOS E SERVIÇOS PRESTADOS**Outros Produtos****Serviços Prestados**

INDICADORES SOBRE O MEIO AMBIENTE

Faço rotação de cultura:	não	Utilizo práticas de conservação de solo:	não
Tenho solos degradados na propriedade:	sim	O solo vem perdendo fertilidade:	sim
Tenho problema com a qualidade da água:	sim	Faço reflorestamento em espécie nativa:	não
Faço tratamento dos resíduos gerados:	não	Vejo bichos e aves na propriedade:	não
As culturas são produzidas de forma ecológica:	não	Faço manejo integrado de pragas:	não

INDICADORES SOCIAIS

Assistência técnica oficial:	sim	Assistência técnica privada:	não	Crédito rural:	não
Comunicação telefônica:	não	Faz contabilidade:	sim	É proprietário do imóvel rural:	não
Tem acesso a internet/e-mail:	não	Tem renda extra-agrícola:	não	Tem água encanada na residência:	não
Tem escrituração agrícola com o mapa do imóvel:	sim	Dispõe de energia elétrica para produção agrícola:	não		
Dispõe de energia elétrica para uso residencial:	sim	Usa computador na agropecuária:	não		

INDICADORES ZOTÉCNICOS

(x) Homeopatia	() Pastoreio intensivo	(x) Mineralização
() Confinamento	() Pastoreio rotacionado	(x) Vermifugação
(x) Vacinação	() Ordenha mecânica	(x) Produz feno/ração/silagem

PRODUTOS/INSUMOS ADQUIRIDOS DE FORA DA PROPRIEDADE

(x) Sementes	() Esterco	() Calcário
(x) Fertilizantes	() Formicidas	(x) Herbicidas
(x) Inseticidas	(x) Fungicidas	() Outros

EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES DISPONÍVEIS

Equipamentos

bomba de água
trator

Instalações

casa
galpão
estábulo
cocheira

ANÁLISE EMERGÉTICA DA PROPRIEDADE

DADOS DA ANÁLISE

Nome da análise: análise emergetica

Data Realizada: 19/06/2005

Valor do dólar (R\$): 3,00

Área total da propriedade (ha): 25,30

Transformidade do dinheiro (sej/US\$): 3,30E12

Produção agroecológica: **não**

Valor das externalidades negativas (R\$/ano): 1080,00

PRODUTOS - ENERGIA PRODUZIDA E DINHEIRO RECEBIDO PELAS VENDAS

Produto	Produção	Unidade (unid./ano)	Valor Calórico (kcal/unid.)	Energia (J/ha.ano)	Preço de Venda (R\$/unid.)	Dinheiro das Vendas (R\$/ano)
hortaliças (geral)	200,00	kg	80,00	2,65E6	0,70	140,00
milho	4000,00	kg	3500,00	2,32E9	0,30	1200,00
bovinos (adultos)	40,00	cabeça	5000,00	3,31E7	700,00	28000,00
água infiltrada no solo	15700,00	m3	1194,46	3,10E9	0,00	0,00

Energia Total dos Produtos (Ep): 5,45E9 J/ha.ano

Receitas (R\$/ano): 29340,00

DEPRECIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

Item	Valor (R\$/ano)
bomba de água	166,67
casa	4000,00
cocheira	96,00
estábulo	52,00
galpão	240,00
implementos	600,00
rancho	126,00
trator	1333,33
casa	960,00
casa	800,00

Soma total (R\$/ano): 8374,00

CUSTOS DE PRODUÇÃO

Item	Valor (R\$/ano)
depreciação	8374,00
combustível	2160,00
eletricidade	3276,00
materiais para manutenção	3000,00
vacinas e remédios	1200,00
impostos	100,00
mão-de-obra (salário)	9360,00
serviços privados	500,00
telefone	1000,00

Total dos custos de produção (R\$/ano): 28970,00

TABELA DE AVALIAÇÃO EMERGÉTICA

Contribuição	Valor Numérico	Unid./ha.ano	Transformidade (sej/Unid.)	Fluxo de Energia (sej/ha.ano)x10¹³
Recursos Naturais Renováveis (R)				
chuva	6,25E10	J/ha.ano	4,70E4	293,75
lençol freático	9,98E8	J/ha.ano	1,76E5	17,57
Sol	1,52E11	J/ha.ano	1,00E0	0,02
vento	1,51E10	J/ha.ano	2,45E3	3,69
Recursos Naturais Não Renováveis (N)				
erosão do solo agríciola	1,07E11	J/ha.ano	7,40E4	789,53
Contribuição da Economia - Materiais (M)				
combustível	1,34E8	J/ha.ano	1,11E5	1,49
eletricidade	1,79E9	J/ha.ano	3,36E5	60,24
materiais para manutenção	3,95E1	US\$/ha.ano	3,30E12	13,04
vacinas e remédios	1,58E1	US\$/ha.ano	3,30E12	5,22
depreciação	8,37E3	US\$/ha.ano	3,30E12	36,41
Contribuição da Economia - Serviços (S)				
impostos	1,32E0	US\$/ha.ano	3,30E12	0,43
mão-de-obra (salário)	1,23E2	US\$/ha.ano	3,30E12	40,70
serviços privados	6,59E0	US\$/ha.ano	3,30E12	2,17
telefone	1,32E1	US\$/ha.ano	3,30E12	4,35
Emergia Total (Y):				
				1,27E16

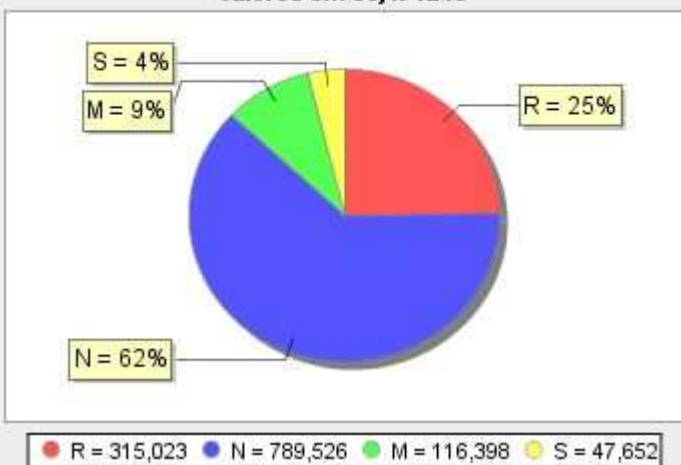
FLUXOS AGREGADOS DE ENERGIA

* Valores em (sej/ha.ano) $\times 10^{13}$

Recursos Naturais Renováveis (R):	315,02
Recursos Naturais Não Renováveis (N):	789,53
Contribuição da Natureza (I=N+R):	1104,55
Materiais (M):	116,40
Serviços (S):	47,65
Contribuição da Economia (F=M+S):	164,05
Energia Total (Y=I+F):	1268,60

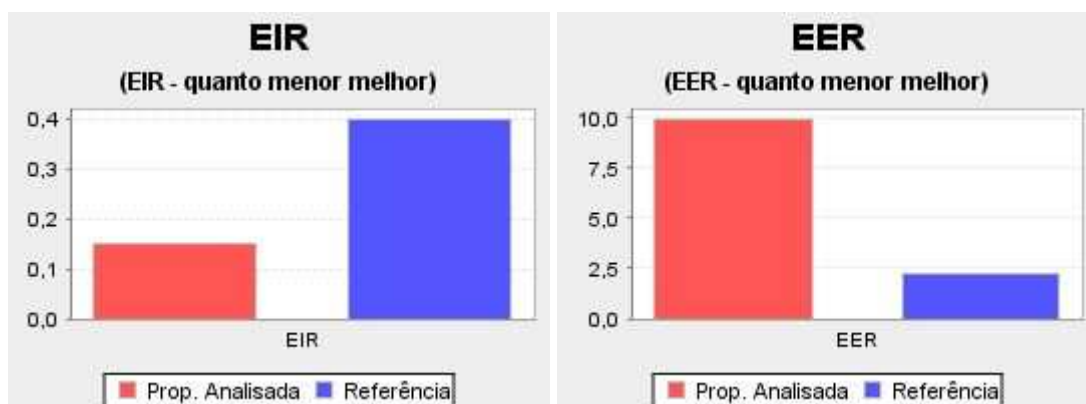
Porcentagem dos Fluxos Emergéticos

valores em sej x 1E13

**ÍNDICES EMERGÉTICOS**

Tr - Transformidade (Y/Ep):	2,33E6
EYR - Taxa de Rendimento (Y/F):	7,73
EIR - Taxa de Investimento (F/I):	0,15
%R - Renovabilidade (100 x R/Y):	24,83
EER- Taxa de Intercâmbio:	9,94





ÍNDICES ECONÔMICOS

Rentabilidade Econômica: 0,01

Rentabilidade (com externalidade): -0,48

Anexo A

A CERTIFICAÇÃO PARTICIPATIVA DE ALIMENTOS

A América Latina possui a segunda maior área produtora de produtos agrícolas orgânicos no mundo com 5,8 milhões de hectares. O Brasil possui uma área certificada de aproximadamente 800 mil hectares sendo 90% ocupada por pequenas propriedades. Esse mercado vem se expandindo no País a uma taxa entre 30% e 50% ao ano (WILLER; YUSSEFI, 2004).

Tratando-se de um mercado inovador, os produtos agrícolas orgânicos criam oportunidades para produtores com diferentes níveis tecnológicos, incluindo aqueles sob sistema de produção familiar. Gera, portanto, uma opção para o desenvolvimento regional não somente das áreas rurais presentes no entorno dos grandes centros urbanos, como também das áreas sob assentamentos de reforma agrária ou de propriedades exclusivamente rurais (PESSOA et al., 2002).

A certificação de produtos agrícolas orgânicos tem gerado ao longo dos últimos anos muitos debates, na sua maioria acalorados, acerca de seu conceito e finalidades, de quem faz as normas e, principalmente, das formas de como o processo é realizado. Com o crescimento do mercado mundial de produtos orgânicos in natura e processados e com o aumento da possibilidade de exportação, tem-se verificado uma profunda preocupação no estabelecimento de normas de produção e transformação para estes produtos, bem como no controle da qualidade para evitar possíveis contaminações (SANTOS, 2002).

No Brasil, os processos de certificação, em vigor até o momento da publicação da Instrução Normativa nº 007 em maio de 1999 (IN 007/99), que estabeleceu normas para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade para produtos orgânicos de origem vegetal e animal, estavam apoiados em dois pilares: (a) na certificação participativa, operada pelas chamadas redes de credibilidade ou de confiança, baseada no trabalho que ONGs e associações fazem junto às comunidades rurais e urbanas. Atuam geralmente nos mercados locais e regionais,

assessorando na produção, organização dos produtores e comercialização dos produtos; (b) na certificação por auditoria, geralmente são empresas que não se envolvem diretamente com a formação, organização e assessoramento aos agricultores. Atuam geralmente nos mercados para exportação, e com grandes empreendimentos. Com a publicação da IN 007/99, foi mantida a possibilidade dos dois modelos de certificação (FONSECA, 2002).

O processo de verificação das normas da certificação participativa é descentralizado em núcleos regionais por estes conhecerem melhor a realidade da região de abrangência, diminuindo custos e propiciando maior integração, intercâmbio e participação dos consumidores (SANTOS, 2002).

Pode-se afirmar que a certificação participativa está edificada sobre: (a) garantia entre agricultores (dentro do grupo e entre grupos); (b) relação próxima entre agricultores e consumidores (visitas e venda direta); (c) acompanhamento técnico pela assessoria.

É dentro de cada núcleo regional que a certificação participativa em rede é desenvolvida. O processo é reconhecido mutuamente entre os demais núcleos que, interligados, estabelecem a rede. Isto permite a circulação de informações e mercadorias entre os núcleos, aumentando a credibilidade dentro e fora da rede, alimentando constantemente todo o processo (SANTOS, 2002).

Os procedimentos adotados na certificação participativa devido a sua complexidade e enraizamento em relações sociais fortes, heterogêneas, carecem de serem melhor formalizados (registros passo a passo, adaptação dos registros, contratos), o que dificulta a obtenção da reciprocidade entre órgãos certificadores (OCs). Normalmente, as normas técnicas de produção diferem muito pouco entre os OCs, estando as maiores diferenças nos princípios gerais, e na forma de proceder a certificação. Os OCs que seguem a certificação participativa partem do pressuposto que há uma credibilidade no trabalho das instituições, não havendo necessidade de auditores externos, que são dispendiosos e não conhecem os locais que irão inspecionar. Entretanto, como a IN 006/02 impede que inspetores prestem consultorias a unidades produtoras onde tenham conflito de interesses hoje há a necessidade de um auditor externo, mesmo que ele seja membro da associação. A separação jurídica do Conselho de Certificação nas Associações tem sido a forma encontrada para minimizar processos de responsabilidade por fraudes e conflitos de interesses (FONSECA, 2002).

A Rede Ecovida de Agroecologia é uma das pioneiras no desenvolvimento da Certificação Participativa em Rede. Ela surgiu no Sul do Brasil como resultado de

processos históricos realizados por organizações não governamentais na construção de uma alternativa ao modelo de agricultura em curso caracterizado pela chamada *Revolução Verde*. A Rede Ecovida é formada por núcleos regionais, também chamados de “nós” que buscam promover a troca de informações, credibilidade e produtos – os “fluxos”. Os núcleos regionais são formados pelos membros da Rede em determinada região geográfica, sendo que os fluxos constituem-se nas atividades executadas pela Rede Ecovida, a qual se destaca a certificação participativa. Do ponto de vista jurídico, a Rede Ecovida mostra-se informal, sem personalidade jurídica. Uma associação foi criada a fim de responder pela certificação perante os órgãos competentes quando for obrigada a tal - a Associação Ecovida de Certificação Participativa. Esta respalda o processo gerado e desenvolvido nos núcleos regionais. Atualmente, a Rede Ecovida conta com 18 núcleos regionais, em distintos estágios de organização, que reúnem aproximadamente 1500 famílias de agricultores organizados em 130 grupos, associações e cooperativas; 23 ONGs; 10 cooperativas de consumidores; 10 comercializadoras; processadores e diversos profissionais. Na ótica das instituições que integram a Rede Ecovida o processo de certificação deve contribuir para o desenvolvimento da agroecologia, respeitando e adequando-se à diversidade presente nas mais diversas iniciativas em curso. De uma parte significa, sim, produzir normas que sejam amplas suficientes para englobar as diferentes dinâmicas dos distintos agroecossistemas e da relação dos agricultores com estes. De outra parte, restritas para que possam ser verificadas de maneira simples por qualquer pessoa, não somente por um técnico altamente especializado. Significa também dizer que deve ser adequável e multiplicável enquanto metodologia, para que a qualidade seja garantida. Assim, o certificado pode e deve ser a expressão, o reflexo, a imagem de um processo de certificação desenvolvido com base na credibilidade gerada a partir da participação efetiva dos diversos atores e setores integrantes do processo. Em função destas constatações e também por entender que podem existir outras formas de garantir a qualidade dos processos que dão origem aos produtos orgânicos que não apenas as que consistem na vistoria do inspetor às propriedades, que a Rede Ecovida tem construído sua proposta de Certificação Participativa em Rede; uma forma intermediária entre a auto-certificação e a certificação por auditoria, pois dá identidade ao processo construído por determinada organização juntamente com outras organizações na forma de uma rede e, ao mesmo tempo, insere um ‘olhar externo’ que auxilia na obtenção da credibilidade (SANTOS, 2002).

Segundo Sales (2003), a certificação participativa tem sido vislumbrada como um instrumento importante para que as unidades de base familiar possam se inserir mais facilmente no processo de produção orgânica.

Para Santos (2002), a construção de um processo participativo de certificação se justifica pela incompatibilidade que o outro modelo tem frente à agricultura familiar brasileira e latino-americana. Se requisitos como respeito às culturas locais, manutenção e ampliação da biodiversidade, multiplicação das iniciativas agroecológicas e acesso amplo aos produtos de qualidade a preços justos aos produtores e consumidores fazem parte da agroecologia, o processo de certificação adotado deve contribuir e não dificultar o alcance destes objetivos.