

4<sup>th</sup> International Workshop - Advances in Cleaner Production  
São Paulo - Brazil - 22<sup>nd</sup> to 24<sup>th</sup>, May - 2013



Aplicativo baseado na web para cálculo e análise de sustentabilidade ambiental em energia

FRANÇA, W. L. M  
DEMETRIO, F. J. C.  
GIANNETTI, B. F. <sup>a</sup>, ALMEIDA, C.M.V.  
*Universidade Estadual do Maranhão, São Luís*  
*Universidade Paulista, São Paulo*

Academic Work



## Introdução

- Este artigo apresenta um software na web, no modelo cliente/servidor de quatro camadas, para cálculo e análise dos índices de sustentabilidade ambiental utilizando a emergia como ferramenta.



## Objetivos

- Objetivo
  - Agrupar os dados coletados, os fluxos e indicadores sistema de banco de dados, por meio de uma interface web.
- Específicos:
  - Otimizar a organização dos dados coletados de diferentes fontes;
  - Organizar as UEVs com suas fontes e e fluxos correspondentes;
  - Calcular os fluxos em energia de cada processo;
  - Comparar com outros trabalhos desenvolvido por outros usuários;



## Revisão Bibliográfica

- Odum (1996) - apresenta um modelo para a avaliação em emergia de estados e nações.
- Sweeney et al (2004) - a partir de dados do NEAD (National Environmental Accounting Database) é apresentado um estudo que define os valores de Emergia para 134 países.



## Metodologia

- A metodologia utilizada neste estudo está dividida conforme segue:
  - Apresentar ferramenta em contabilidade ambiental em emergia para sistemas regionais (Odum, 1996);
  - Apresentar o aplicativo proposto neste trabalho;



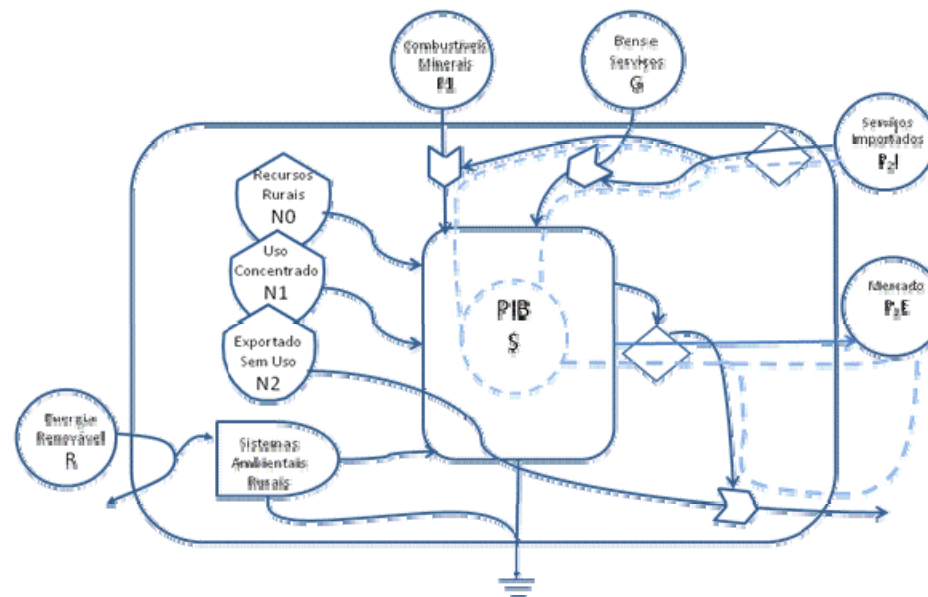
## Metodologia

- *A Emergia, seu valor total incorpora todos os recursos e serviços utilizados, direta ou indiretamente, na obtenção de um produto, processo ou serviço, incluindo os recursos do meio ambiente, economia e trabalho humano. (Odum, 1996)*



## Metodologia

- *Contabilidade Ambiental em Emergia para Sistemas Regionais:*
  - *1ª Etapa: Construção do Diagrama de Fluxos.*





## Metodologia

- 2ª Etapa: Construção da tabela
  - Recursos Renováveis
  - Transformações Internas
  - Não Renováveis
  - Importados
  - Exportados





## Metodologia

- 3ª Etapa: Cálculo dos Fluxos e Indicadores
  - R, N, e Ftotal
  - Onde:

Recursos Renováveis (R)

$R = [(Energia\ Química\ Chuva + Potencial)\ ou\ vento\ ou\ ondas] + maré + calor\ da\ terra$



## Metodologia

- Não Renováveis (N)
  - $N = N0 + N1$
- Provenientes da Economia (Ftotal)
  - $F1 + G + P2I$
- Exportados
  - $N2, P1E$



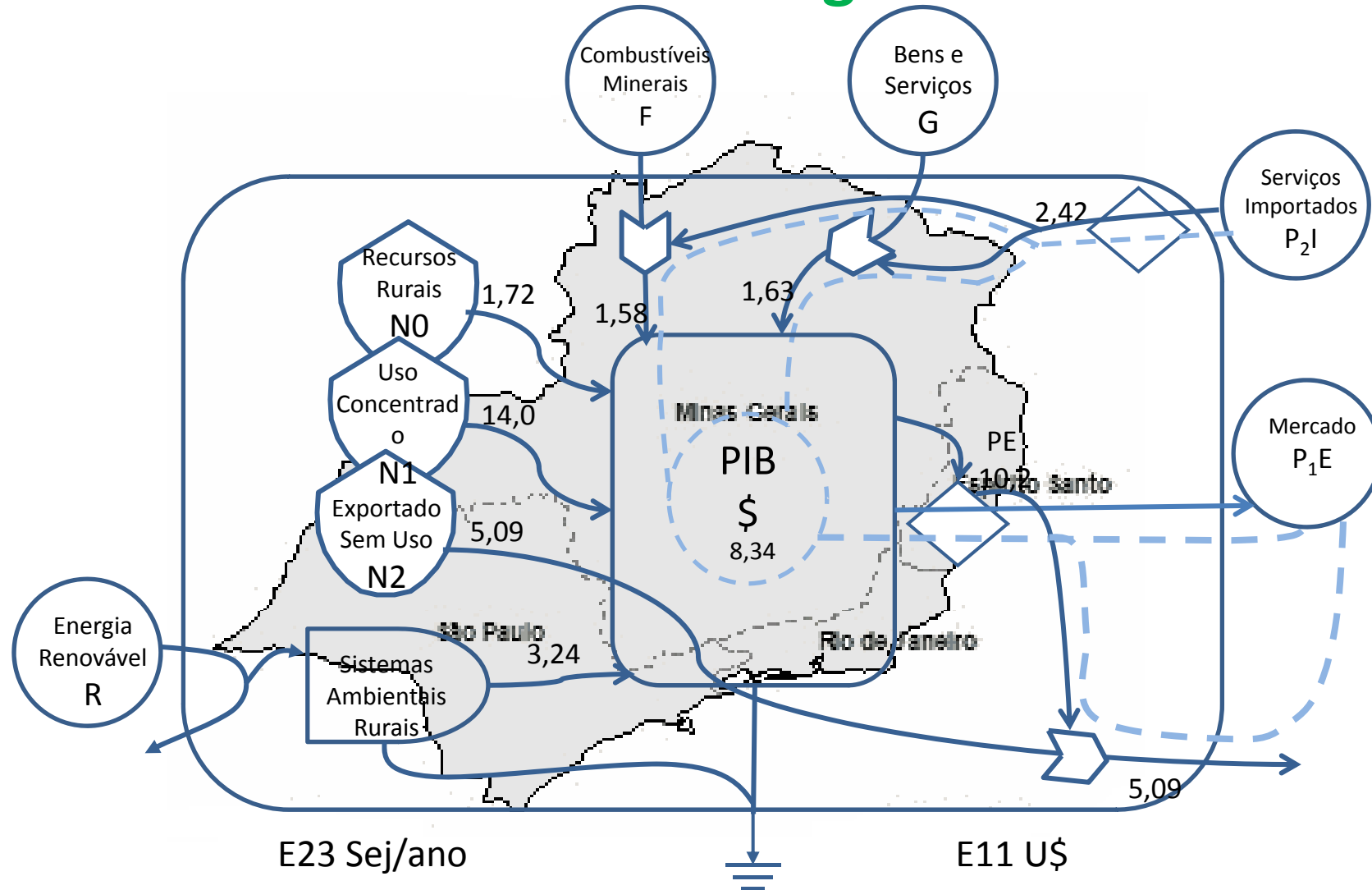


## Metodologia

- Indicadores
  - $ESI = (EYR) / (ELR)$
  - $EYR = (R + N + F) / F$
  - $EIR = F / (N + R)$
  - $ELR = (N + F) / R$
  - EMR
  - Capacidade de Carga
  - Energia e Combustível usado por pessoa
  - Razão do uso da eletricidade



## Metodologia





## Aplicativo Proposto

- Aplicativo Proposto

- *Camada de dados*

- A camada de dados do aplicativo é formada por 10 tabelas com engine InnoDB, que suporta controle de transações e restrições de integridade referencial (BORRIE, 2006);
    - As chaves primárias são geradas automaticamente
    - Índices secundários foram criados com o objetivo de recuperar os registros no menor tempo possível através da otimização do Plano de Consultas do *MySQL* nas operações que envolvam a junção de duas ou mais tabelas.



## Aplicativo Proposto

- Tabelas
  - Usuario
  - Grupo
  - Fluxo
  - Recurso
  - Rec\_Fluxo
  - Projeto
  - Analise
  - Dados\_rec
  - Dados\_flx
  - Indicadores



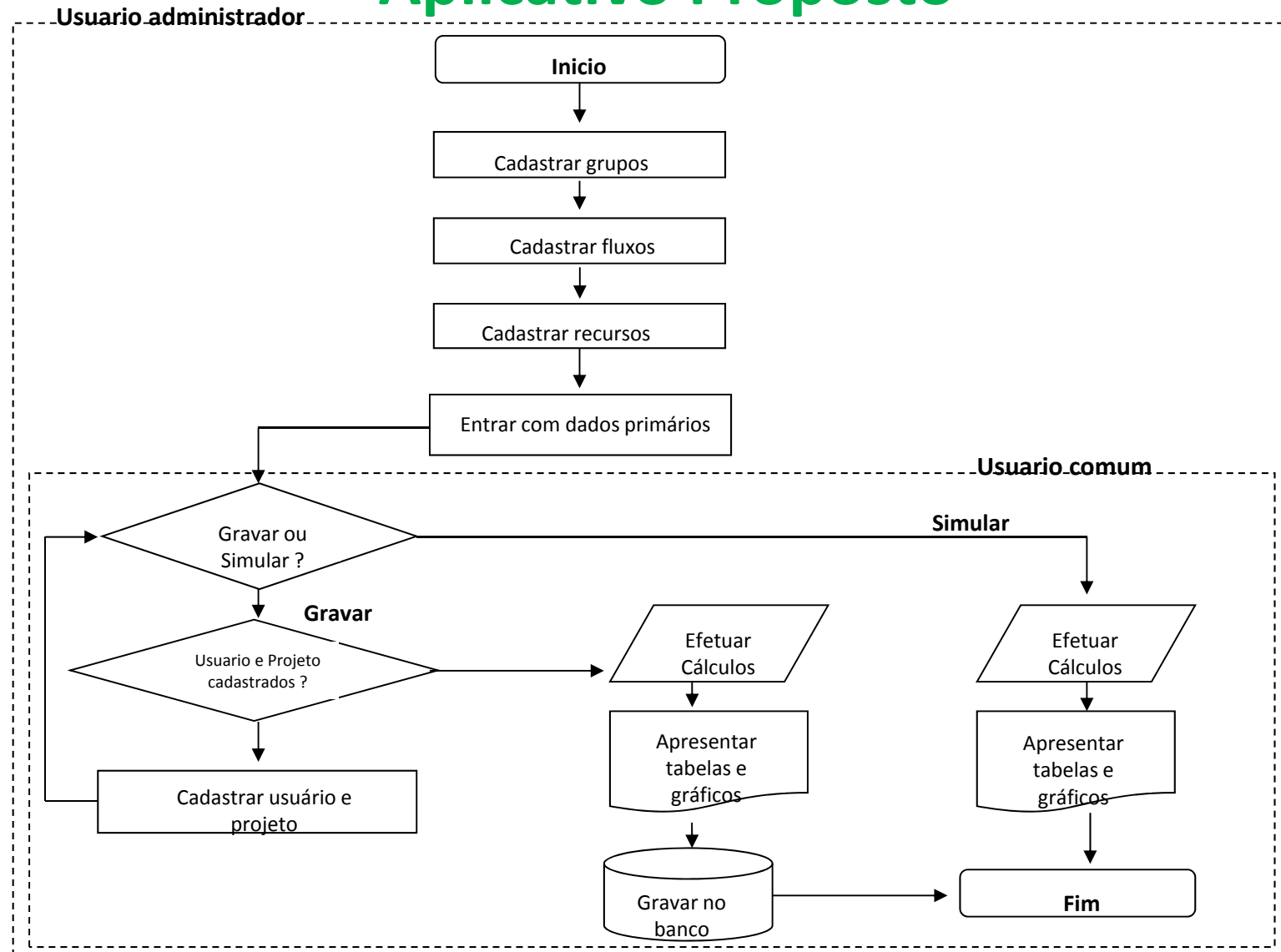
## Aplicativo Proposto

### –Camada Lógica

- A camada lógica codifica em PHP, entre outros, os algoritmos de cálculo e análise dos indicadores em energia.



# Aplicativo Proposto







## Aplicativo Proposto

- a análise é apresentada ao usuário em uma nova página contendo as seguintes estruturas:
  - tabela com os indicadores
    - ESI, ELR, EMR, EYR, EIR, %R;
    - tabela com os indicadores renováveis, não renováveis, energia importada, energia total, energia exportada,
    - fração de fontes internas, razão exportados/importados,
    - fração recursos renováveis, fração de recursos econômicos,
    - capacidade de carga, capacidade de carga no padrão dos países desenvolvidos, razão do uso de eletricidade, combustível por pessoa;
    - gráfico de assinatura ambiental



## Aplicativo Proposto

Tab – Indicadores em energia gerados pelo sistema

Indicador	Und	SUDESTE				
		MG	ES	RJ	SP	Sudeste
%R	%	15,15	6,94	29,82	13,02	13,16
%F	%	7,51	9,62	42,18	42,30	22,87
Uso por unidade de área, / 10 <sup>15</sup>	sej/ha	15,86	105,82	48,60	34,00	26,65
Uso por pessoa /10 <sup>16</sup>	sej/hab	4,64	13,98	1,33	2,04	3,04
Capacidade de Carga /10 <sup>6</sup>	hab	3,03	0,24	4,77	5,39	10,65
Capacidade de Carga Padrão Desenvolvidos /10 <sup>6</sup>	hab	24,27	1,94	38,19	43,10	85,18
EMR /10 <sup>13</sup>	sej/\$	0,69	1,45	0,13	0,17	0,30
Razão do uso de eletricidade	%	9,31	1,58	18,76	10,59	9
Combustível usado por pessoa /10 <sup>15</sup>	sej/hab	2,84	3,76	3,20	3,47	3,27
EYR		13,32	10,40	2,37	2,36	4,37
ELR		5,60	13,40	2,35	6,68	6,60
EIR		0,08	0,11	0,73	0,73	0,30
ESI		2,38	0,78	1,01	0,35	0,66
IDH		0,80	0,80	0,83	0,83	0,82
PIB /10 <sup>10</sup>	\$	13,41	3,35	16,49	50,15	83,40



## Aplicativo Proposto

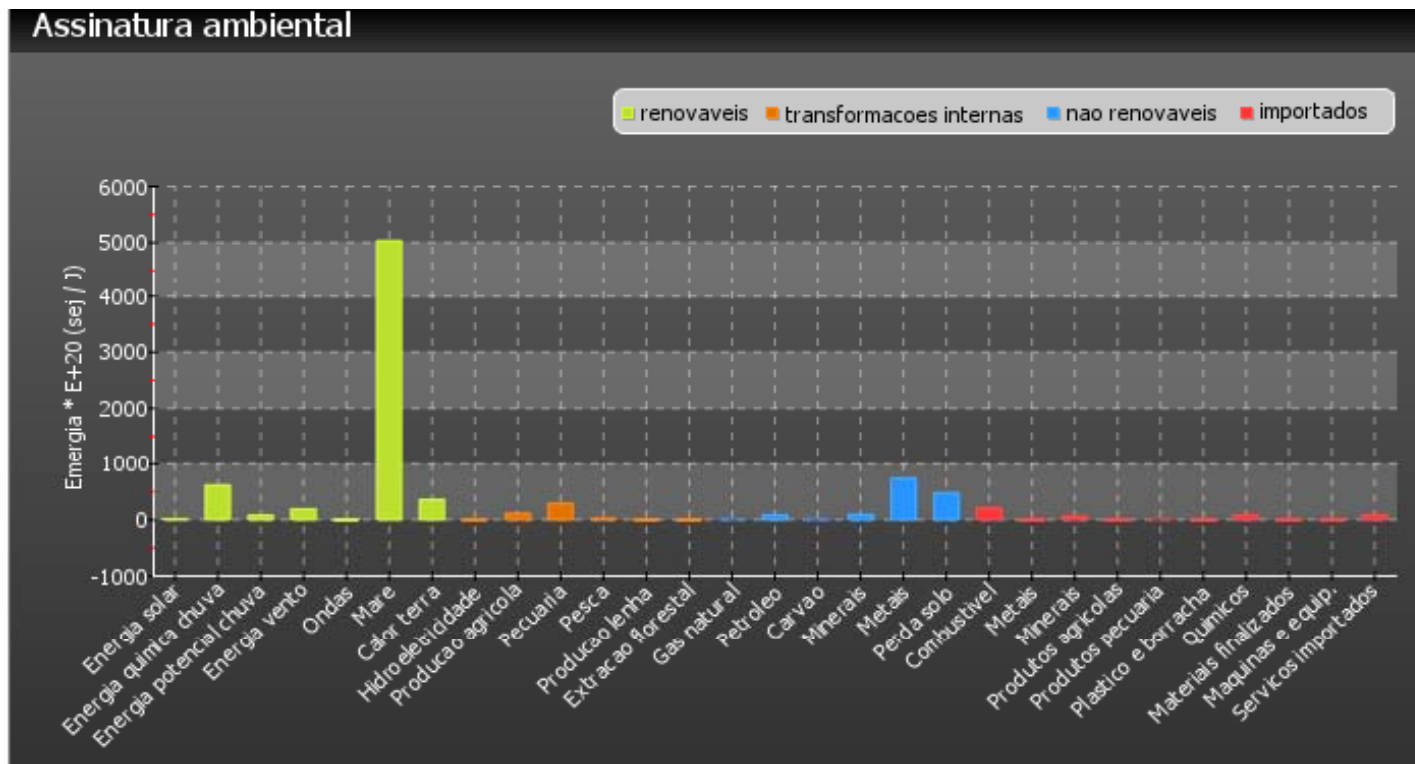


Fig. Assinatura Ambiental do Brasil com dados de 2007



## Aplicativo Proposto

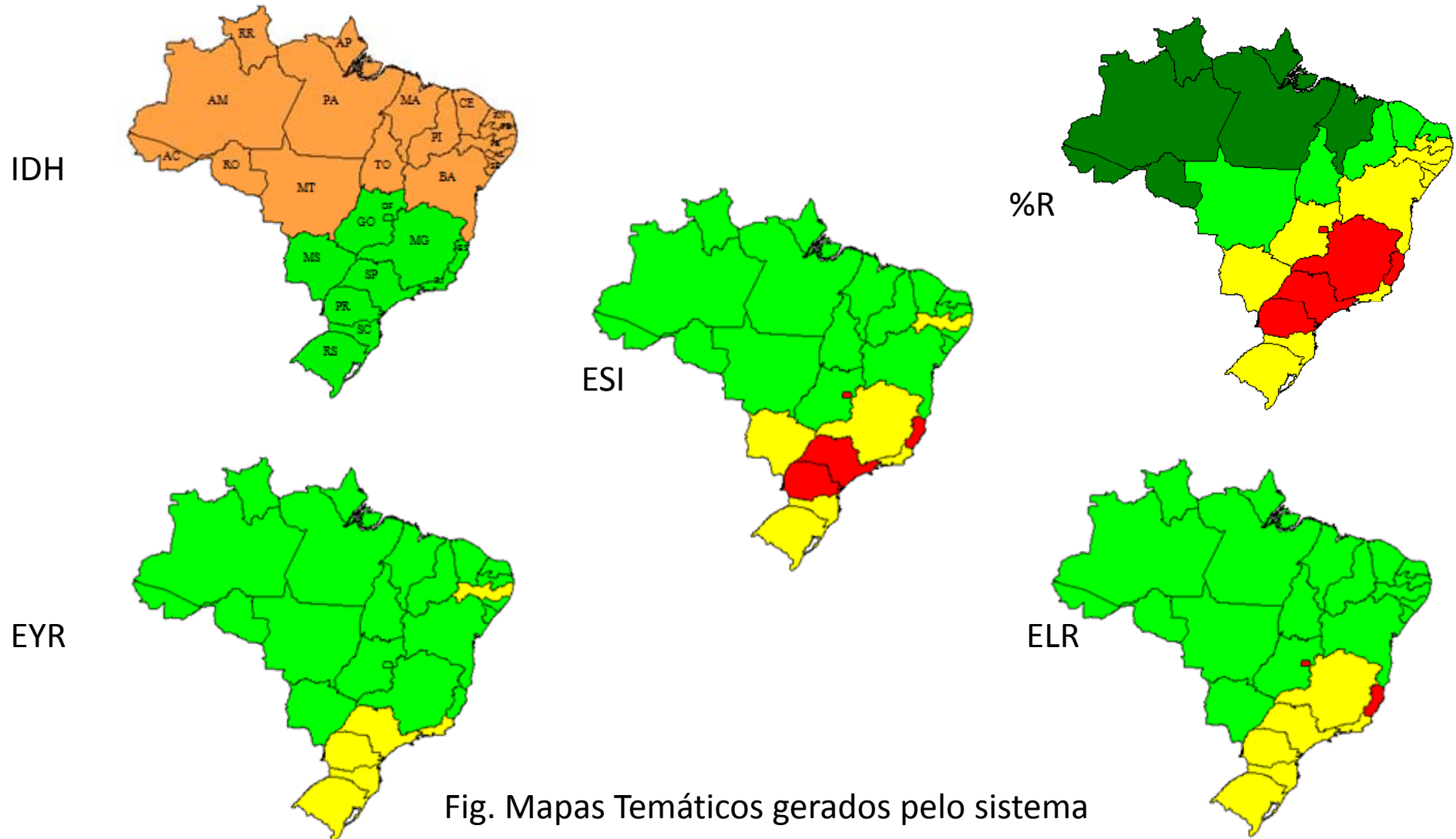


Fig. Mapas Temáticos gerados pelo sistema



## Aplicativo Proposto

- Camada de Apresentação
  - A camada de apresentação foi desenvolvida com a linguagem de marcação de hipertexto XHTML e representa a interface com o usuário. Aspectos como usabilidade, facilidade de uso e tempo de carga nortearam a construção das páginas web.



# Aplicativo Proposto

Home Base de dados Contabilidade ambiental Indicadores Links Logout

Renovaveis Nao Renovaveis Exportados Importados Transformacoes Internas

Selecione o projeto  
Selecione o projeto  
1892

Recursos compart.	Valor	Unid.	Transform.
Plataforma continental	5.3	E+10 m2	1 sej/J
Area terrestre	4.1	E+11 m2	1 sej/J
Chuva (terra)		E+10 Kcal/cm2/ano	1 sej/J

Energia quim. chuva	Valor	Unid.	Transform.
Plataforma continental	5.3	E+10> m2	1 sej/J
Area terrestre	4.1	E+10 m2	1 sej/J
Chuva (terra)		E+10 Kcal/cm2/ano	1 sej/J
Chuva (plataforma)		E+10 cm2/m2	1 sej/J
Taxa de evaporacao		E+10 cm2/m2	1 sej/J

Energia poten. chuva	Valor	Unid.	Transform.
Area terrestre	4.1	E+10 m2	1 sej/J
Chuva (terra)		E+10 m2	1 sej/J
Altitude media		E+10 Kcal/cm2/ano	1 sej/J
Taxa de vazao		E+10 cm2/m2	1 sej/J

Ondas	Valor	Unid.	Transform.
Litoral		E+10 m2	1 sej/J
Altura das ondas		E+10 m2	1 sej/J

Energia solar	Valor	Unid.	Transform.
Plataforma continental	5.3	E+10 m2	1 sej/J
Area terrestre	4.1	E+10 m2	1 sej/J
Insolacao		E+10 Kcal/cm2/ano	1 sej/J
Albedo		E+10 cm2/m2	1 sej/J

SR180284  
SR180730  
SR180592  
SR094761  
SR091489  
SR154720

Sistema Regional da Nova Zelandia

Energia do vento	Valor	Unid.	Transform.
Area terrestre	4.1	E+10 m2	1 sej/J
Densidade do ar		E+10 m2	1 sej/J
Veloc. media anual		E+10 Kcal/cm2/ano	1 sej/J
Vento geostropico		E+10 cm2/m2	1 sej/J
Drag coeff.		E+10 cm2/m2	1 sej/J

Mare	Valor	Unid.	Transform.
Plataforma continental	5.3	E+10 m2	1 sej/J
Media da mare		E+10 m2	1 sej/J
Densidade		E+10 Kcal/cm2/ano	1 sej/J
Mares por ano		E+10 cm2/m2	1 sej/J

Calor da terra	Valor	Unid.	Transform.
Area terrestre	4.1	E+10 m2	1 sej/J
Fluxo de calor		E+10 m2	1 sej/J

Gravar



## Aplicativo Proposto

- Camada Cliente
  - A camada cliente é representada pelo próprio *browser* utilizado pelo usuário.
  - *Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Ópera e Safari.*
  - De modo geral, algumas linhas de código a mais foram escritas considerando a especificidade na renderização de alguns elementos XHTML por parte de determinados navegadores.



## Considerações Finais

- A proposta deste trabalho é apresentar a metodologia de análise em energia na internet para diagnóstico de sistemas regionais.
  - O aplicativo *on line* de 04 camadas apresentou uma arquitetura capaz de fornecer indicadores em energia que possibilitem a leitura da sustentabilidade ambiental de um sistema regional qualquer, livre das restrições de tempo e espaço;





## Considerações Finais

- Um aplicativo na *web* facilita o uso, consulta e comparação de resultados por qualquer usuário e permite uma rápida propagação das informações;
- A análise em energia traduzida por meio de estruturas como gráficos, tabelas e mapas temáticos permite aos usuários melhor compreensão a cerca dos resultados da análise;



## Referências

- Battisti, J., 2003. Criando aplicações em 3, 4 ou n camadas. <http://www.juliobattisti.com.br/artigos/ti/ncamadas.asp>. Acessado em Fevereiro/2013.
- Bellen, H. M. V., 2004. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. Ambiente & Sociedade. Vol. VII. Pág. 67.
- Borrie, H. 2006. Dominando o firebird: uma referencia para desenvolvedores de bancos de dados. Ed. Ciencia Moderna Ltda. 959 p.
- Demétrio, F. J. C., 2011. Avaliação de sustentabilidade ambiental do Brasil com a contabilidade em energia. Universidade Paulista. Programa de Doutorado em Engenharia de Produção. São Paulo. 170 p.
- Ponciano, N. J., Souza, P. M., Mata, H. T., 2008. Análise das externalidades negativas no meio ambiente e sustentabilidade na agropecuária. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco. Acre.
- Odum, H. T., 1996. Environmental Accounting, Emergy and Decision Making. John Wiley, Elsevier, New York.
- Ortega, E., 2002. Contabilidade e Diagnóstico de sistemas usando valores dos recursos expressos em energia. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo. <http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf>. Acessado em Fevereiro/2013.
- Zhao, S., Li, Z., Li, W., 2005. A modified method of ecological footprint calculation and its application. Ecological Modelling. V. 185.



# Obrigado!

fernando@elo.com.br

<http://www.engcomp.uema.br/~demetrio>