

# BANCO DE DADOS PARA O CÁLCULO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE FONTES DE ENERGIA PARA UMA COMUNIDADE RURAL TÍPICA DA REGIÃO NORTE E NORDESTE DO BRASIL

Francine Menzel<sup>1</sup>, Gaianê Sabundjian<sup>1</sup> e Silvia Regina Vanni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN - CNEN/SP  
Av. Professor Lineu Prestes 2242  
05508-000 São Paulo, SP  
[fmenzel@ipen.br](mailto:fmenzel@ipen.br); [gdjian@ipen.br](mailto:gdjian@ipen.br)

<sup>2</sup> Centro Tecnológico da Marinha (CTMSP - SP)  
Av. Professor Lineu Prestes 2242  
05508-000 São Paulo, SP  
[sjcvanni@yahoo.com.br](mailto:sjcvanni@yahoo.com.br)

## RESUMO

O programa do Governo Federal de levar a energia elétrica a toda população brasileira tem o objetivo de diminuir o mapa de exclusão elétrica no país, que está concentrada nas áreas de menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e nas famílias de baixa renda. Por este motivo, foi lançado pelo governo o Programa Luz para Todos com a finalidade de suprir com energia elétrica a mais de 10 milhões de pessoas no meio rural até 2010. Dessa forma, o governo pretende reduzir a pobreza, aumentar a renda familiar e garantir o acesso a serviços de saúde e educação. Visando este programa, este trabalho tem o objetivo de elaborar um banco de dados com informações relevantes a respeito de fontes de energia no Brasil com viabilidade e sustentabilidade. O banco de dados foi elaborado utilizando a ferramenta Microsoft EXCEL, onde todas as referências estão “linkadas” aos artigos e aos sites correspondentes. Este banco de dados serviu de base para o desenvolvimento do Programa de Cálculo da Viabilidade Econômica de Energias Alternativas Solar, Eólica e Biomassa (PEASEB), cujos resultados foram comparados a energia nuclear gerada por meio de reatores inovadores e compactos (IRIS).

## 1. INTRODUÇÃO

Com o Programa Luz para Todos [1] o Governo Federal pretende levar a energia elétrica a toda população brasileira, diminuindo a zero o mapa de exclusão elétrica no país, atingindo principalmente áreas com menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Este programa tem a meta de fornecer energia elétrica para aproximadamente 10 milhões de pessoas que vivem na região rural do país até 2010. No entanto, como a Matriz Elétrica do Brasil [2] conta com 75,7% energia gerada por hidroelétricas. As fontes alternativas de energia irão colaborar com o crescimento do fornecimento de energia para suprir a demanda e cumprir umas das etapas do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) [3]. Este trabalho, está inserido neste ponto, com o objetivo de criar um banco de dados não apenas para as fontes alternativas de energia que poderão ser usadas em pequenas comunidades, como também se estendeu para outras fontes de energia, com o a finalidade de comparação. Estas informações

foram de extrema importância para o estudo de viabilidade econômica e análise de sustentabilidade das fontes de energia, para o Brasil, que vem sendo realizado por pesquisadores do Centro de Engenharia Nuclear (CEN) do IPEN/CNEN-SP.

A seguir serão descritas de forma resumida as fontes alternativas de energia eleitas para este estudo.

## **2. FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA**

As fontes alternativas de energia que estão apresentadas neste trabalho são conhecidas como as que causam menor impacto ambiental, contribuem com o desenvolvimento sustentável e favorecem a diminuição dos gases causadores do efeito estufa adicional.

As principais fontes alternativas de energia que podem ser consideradas para pequenas comunidades do Brasil são: eólica, solar e biomassa.

Com a finalidade de se ter informações relevantes a respeito das fontes de energia, solar, eólica e biomassa, serão fornecidas a seguir uma breve descrição de cada uma delas.

A energia eólica é a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre pela conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas, chamadas também de aerogeradores, que geram eletricidade. Este recurso não está disponível durante o ano todo, pois apresentam variações anuais (em função de alterações climáticas), variações sazonais (em função das diferentes estações do ano), variações locais (causadas pelo microclima local), horárias e variações de curta duração (rajadas) [4].

A energia oriunda da biomassa considera todos os recursos renováveis, oriundos de matéria orgânica são utilizados para produção de energia, é uma forma indireta de energia solar, ou seja, energia solar convertida em química, que é a base do processo biológico dos seres vivos. Atualmente é utilizada na geração de energia elétrica, sistema de co-geração e no suprimento de demandas isoladas da rede elétrica. Existem três tipos de biomassa: a sólida, os biocombustíveis gasosos e os líquidos. A sólida tem como fonte de origem os produtos e os resíduos da agricultura incluindo substâncias vegetais e animais. Os biocombustíveis gasosos são obtidos através da degradação biológica anaeróbia da matéria orgânica contida nos resíduos, tais como nos efluentes agro-pecuários, na agroindústria e nos urbanos. Os biocombustíveis líquidos tem seu potencial de utilização com origem em culturas energéticas, são obtidas através de óleos vegetais, fermentações de hidratos de carbono e óleo in natura [5].

A energia solar é a energia eletromagnética do sol, que é produzida através de reações nucleares, ela é propagada através do espaço interplanetário e incide na superfície da Terra. O total desta energia é superior a 10.000 vezes o consumo anual de energia utilizada pela humanidade. Ressalta-se que não existe disponibilidade de energia solar o ano todo e a mesma varia em decorrência das estações do ano (mínimo no inverno e máximo no verão), bem como do clima do local. Existem duas formas principais de aproveitamento da energia

solar: a fotovoltaica que gera energia elétrica através de módulos fotovoltaicos e a térmica que é o aproveitamento sob forma de calor para aquecimento da água, secagem de produtos agropecuários e geração de energia elétrica através de processo termodinâmico. Neste trabalho é considerado o sistema fotovoltaico, pois é uma alternativa de geração de eletricidade para pequenas aplicações, geralmente usado para lugares isolados ou que não tem possibilidade de fornecimento convencional de eletricidade [4].

Para incentivar a utilização de fontes alternativas de energia, foi criada lei nº. 10.438 [6], o PROINFA, com o objetivo principal é financiar, com suporte do Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES), projetos de geração de energias a partir dos ventos (energia eólica), de pequenas centrais hidrelétricas e de biomassa de bagaço de cana de açúcar. No entanto, a energia solar não está contemplada neste programa porque ela é direcionada a sistemas de pequeno porte para comunidades isoladas e o PROINFA é direcionado a tecnologias mais amadurecidas.

Para a realização deste estudo foi elaborado um banco de dados que se encontra descrito a seguir.

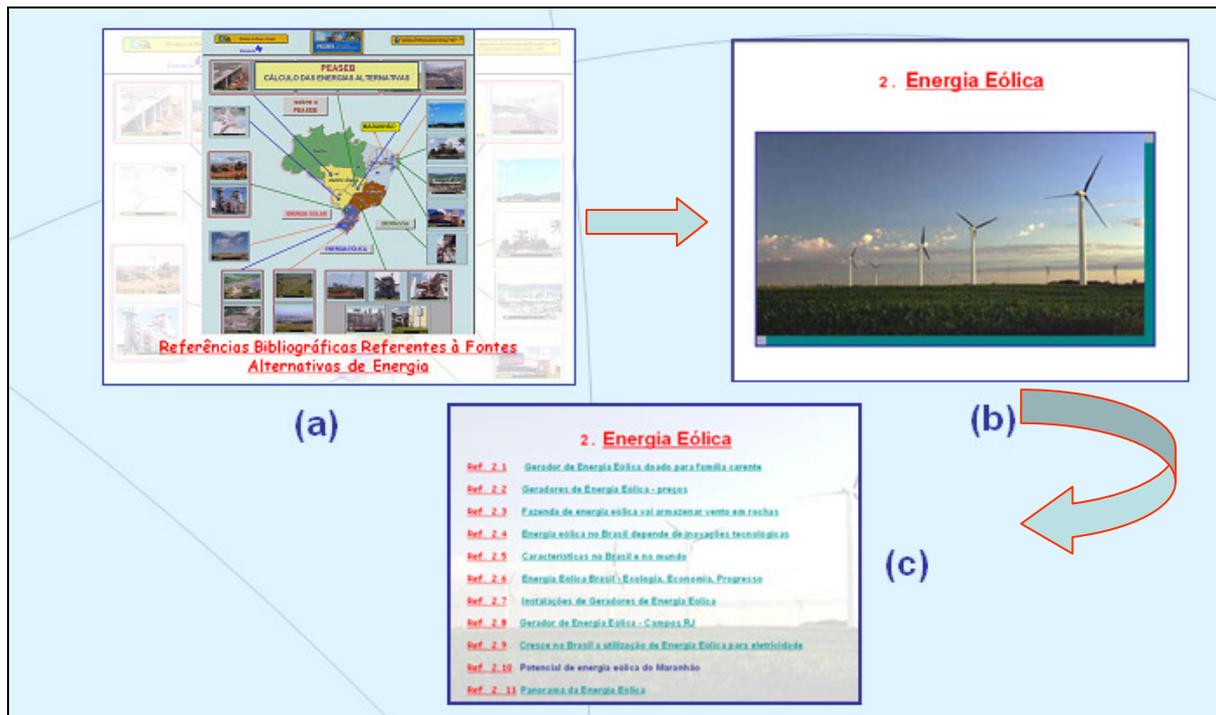
## 2.1. Banco de Dados

Neste trabalho foi realizada uma busca bibliográfica a partir de fontes oficiais e não oficiais, com as seguintes etapas de trabalho:

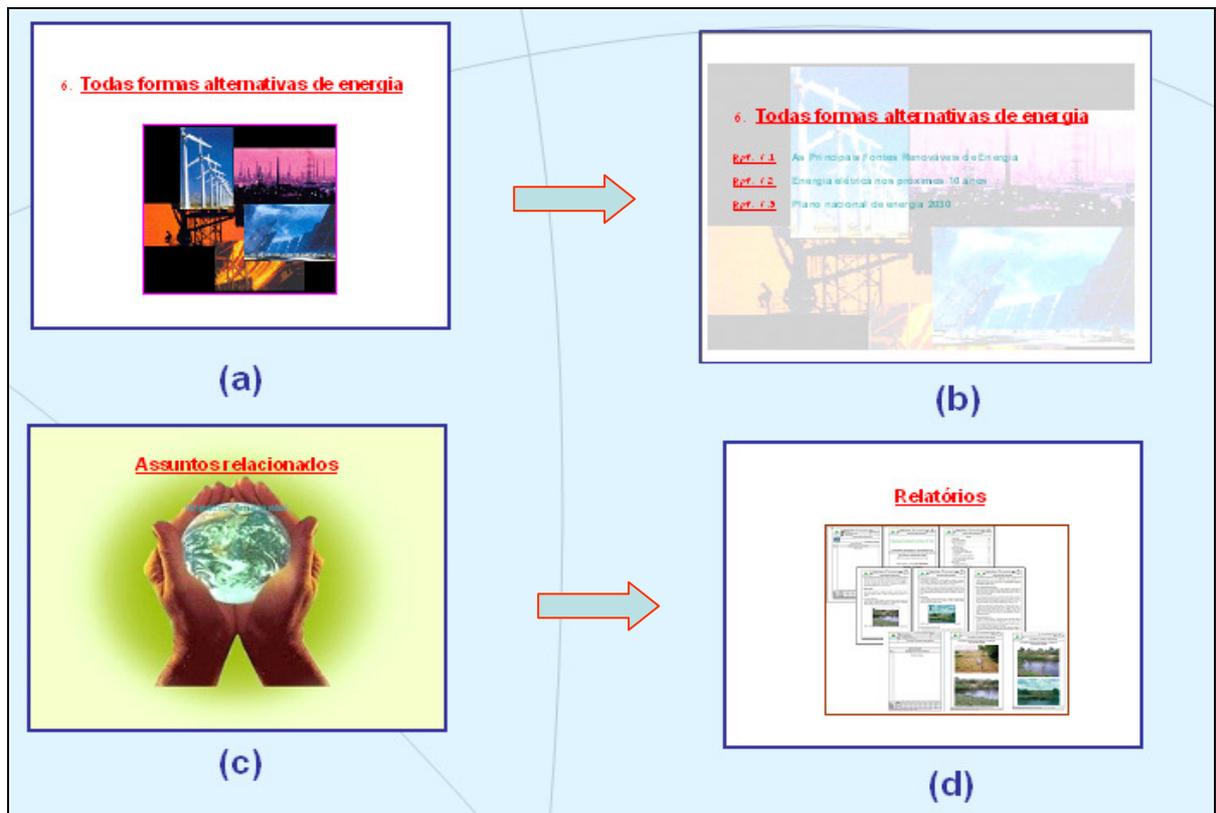
- ✚ familiarização do aluno com as características principais de cada fonte alternativa de energia (solar, eólica, biomassa e outras), como descrito anteriormente;
- ✚ busca bibliográfica sobre o assunto;
- ✚ elaboração de um banco de dados de fácil acesso e com as informações mais relevantes sobre o tema.

O banco de dados de fontes de energia foi elaborado utilizando a ferramenta Microsoft EXCEL [7], onde todas as referências estão “linkadas” aos artigos e aos sites correspondentes. A Fig. 1 mostra a tela de abertura do banco de dados e como exemplo são apresentadas as telas com os *links* da energia eólica. A Fig. 2 mostra as telas para outras formas de energia e *links* relacionados, com o objetivo de exemplificar a extensão do banco de dados que foi elaborado neste trabalho.

Uma vez estruturado o Banco de Dados a inserção de novas informações deverá ser feita de forma contínua. Deve-se ressaltar que através dos links dos sites, parte destas informações estará sendo atualizada automaticamente.



**Figura 1.** Contém a tela de abertura (a), tela de abertura da energia eólica (b) e a tela que contém os *links* das referências relacionadas com a energia eólica (c)



**Figura 2.** Contém a tela fontes de energia (a), e a tela que contém os *links* das referências relacionadas (b), tela sobre assuntos relacionados (c) e o *link* para os relatórios (d)

O banco de dados contém as referências bibliográficas de fontes alternativas de energia, e foi utilizado como base para o desenvolvimento do Programa de Cálculo da Viabilidade Econômica de Energias Alternativas Solar, Eólica e Biomassa (PEASEB), cuja breve descrição está dada a seguir.

## 2.2 Programa de Cálculo de Custos de Energias Alternativas (PEASEB)

O Banco de Dados foi utilizado como base para o desenvolvimento do Programa de Cálculo da Viabilidade Econômica de Energias Alternativas Solar, Eólica e Biomassa (PEASEB), cujas telas são apresentadas na Fig. 3.

Este programa calcula os custos preliminares e a produção de um sistema de energia elétrica para as condições sugeridas pelo usuário, pois os valores iniciais são fornecidos como dados de entrada.

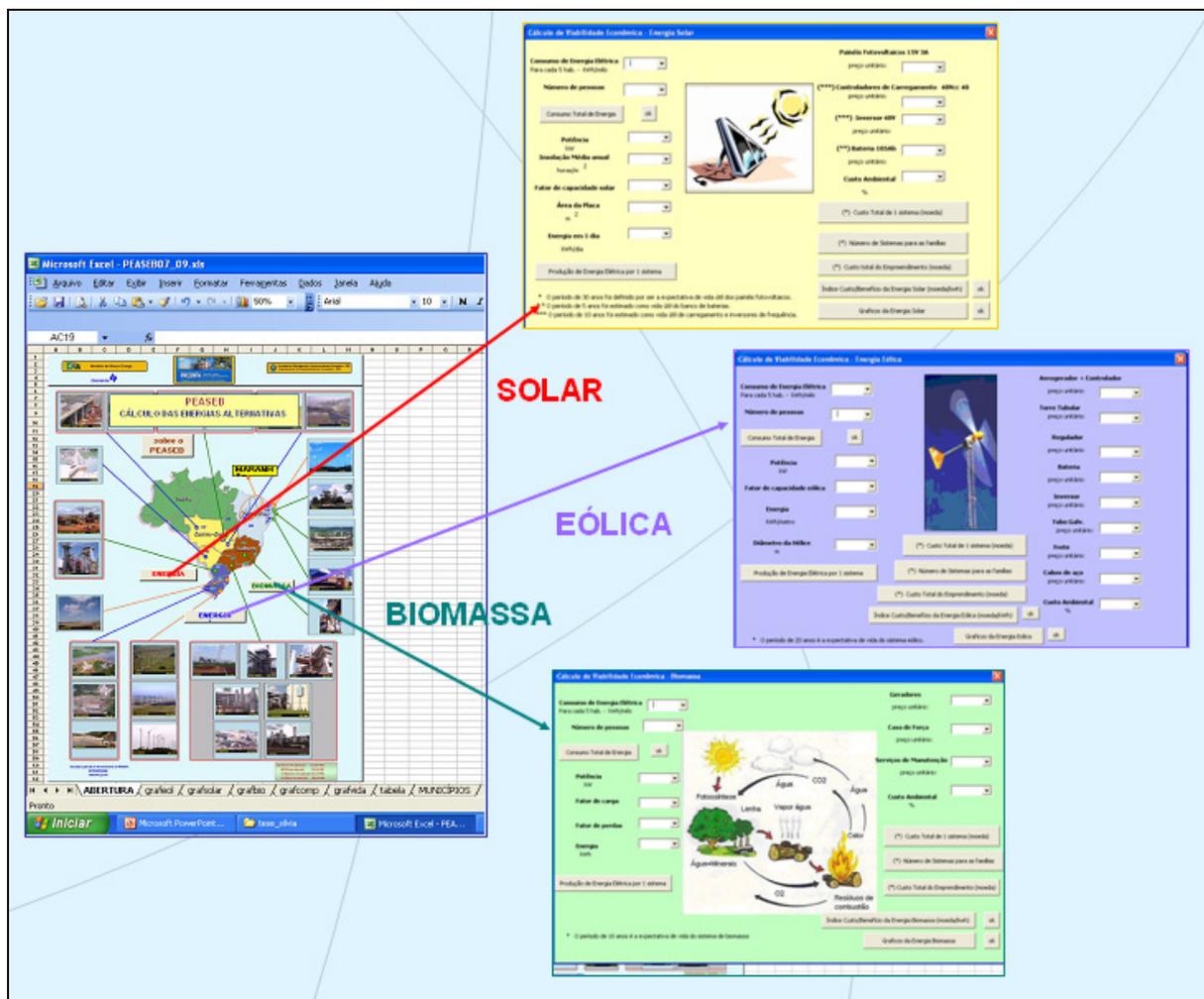
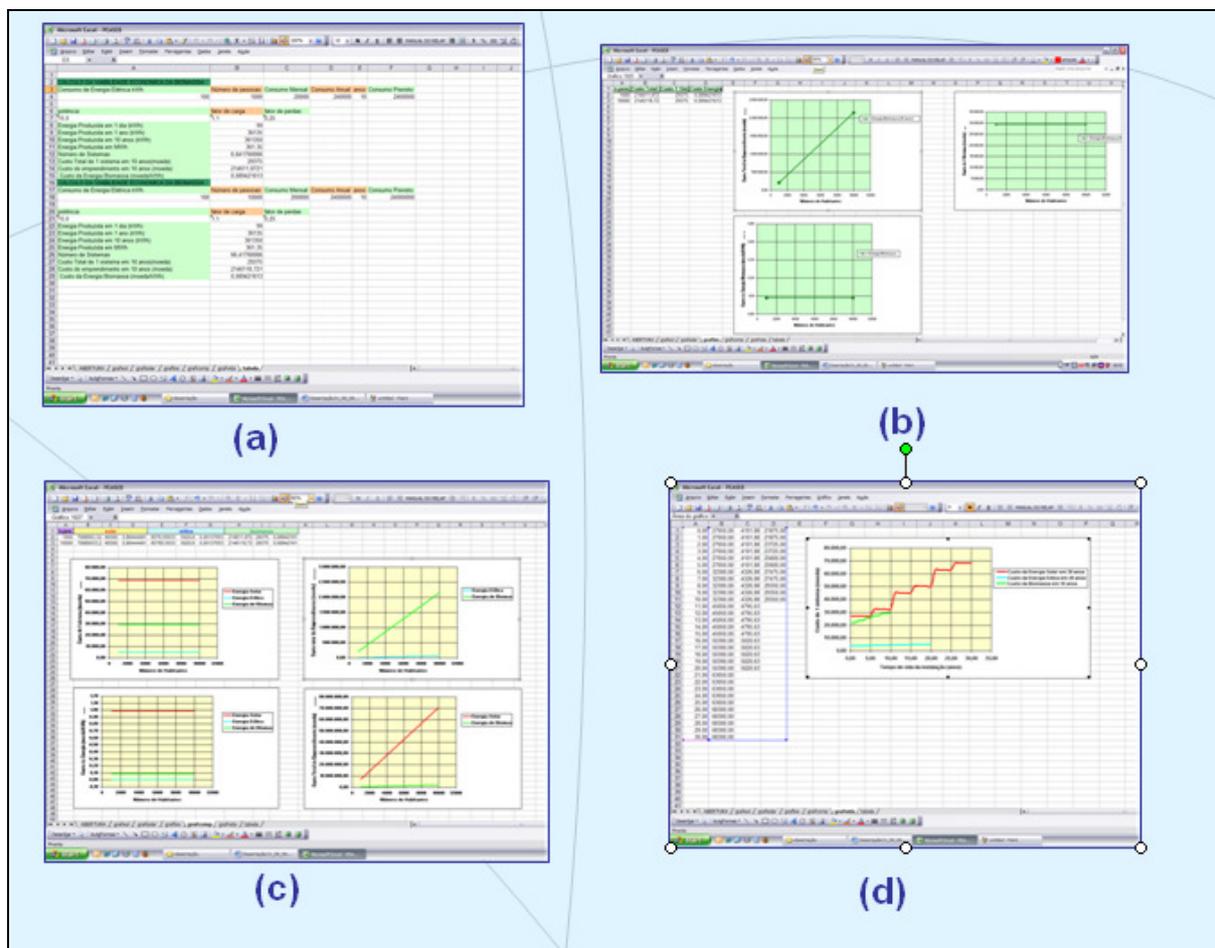


Figura 3. Programa PEASEB

Uma vez realizados os cálculos, são geradas as seguintes planilhas no EXCEL: a “tabela” que contém um resumo dos cálculos de viabilidade econômica da energia de biomassa, por exemplo, gerado pelo PEASEB e outra planilha, a “grafbio”. Esta última contém os seguintes gráficos para o sistema de biomassa: o custo total do empreendimento, o custo de 1 sistema e o custo por kWh, todos na moeda utilizada pelo usuário, neste trabalho dólares americanos (US\$).

A última planilha gerada pelo PEASEB é a “grafcomp” onde estão os gráficos que comparam os custos das fontes alternativas de energia em função do número de habitantes. Ainda há mais uma planilha, a “grafvida”, que foi construída com as informações fornecidas pelos fabricantes de instalações de energias solar fotovoltaica, eólica e biomassa, onde são comparados os custos para um sistema de cada uma destas fontes ao longo de seu tempo de vida. A Fig. 4 contém todas as planilhas descritas.



**Figura 4. Contém a planilha do EXCEL com a tabela de resultados gerada para energia de biomassa (a), a planilha “grafbio”(b), a planilha “grafcomp” (c), a planilha “grafvida” (d)**

As informações obtidas neste trabalho poderão ser utilizadas no desenvolvimento de projetos futuros e em pesquisas que colaborem com o desenvolvimento energético no país.

A seguir são apresentadas as seguintes propostas de trabalhos futuro:

- ✚ extensão do programa PEASEB para outras fontes alternativas de energia;
- ✚ estudo de sistemas híbridos para os municípios do Maranhão; estudos de custos ambientais para fontes alternativas de energia que foram consideradas neste trabalho;
- ✚ projeção do IDH para os municípios do Maranhão considerando a implantação de energia elétrica na região;
- ✚ elaboração de um projeto utilizando as informações obtidas neste trabalho, com o intuito de colaborar com o Programa Luz para Todos.

### 3. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram a vasta literatura encontrada a respeito de fontes alternativas de energia. Uma vez elaborado o banco de dados a inserção de novas informações deverá ser feita de forma automática e contínua. O banco de dados poderá ser utilizado por qualquer usuário de forma amigável, quando a finalidade for à realização uma revisão bibliográfica sobre o assunto.

### REFERÊNCIAS

1. “Projeto Luz para Todos”. <http://www.mme.gov.br/programs> (2009).
2. “Agência Nacional de Energia Elétrica”. <http://www.aneel.gov.br> (2009).
3. “Programa de Aceleração do Crescimento”. <http://www.Brasil.gov.br/pac/> (2009).
4. Centro de referência em energia solar e eólica Sálvio Brito – CRESESB. <http://www.cresesb.cepel.br> (2009).
5. O. S. Martins, “Aproveitamento da biomassa para geração de energia elétrica”, I Seminário sobre utilização de energias renováveis para eletrificação rural do Norte e Nordeste do Brasil, Brasília (2004).
6. “LEI nº 10.438 de 26 de abril de 2002”. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) (2002).
7. T. Reisner, “Aprenda em 24 horas Excel 2000”, Editora Campus, Rio de Janeiro, RJ, (1999).