



## **PROGRAMA DE COMPUTADOR PARA AUXILIAR NO ENSINO DE ENERGIA SOLAR**

**Leidy Zulys Leyva Rafull** – leidyrafull@ufgd.edu.br

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias  
Rodovia Dourados Itahum, km12,  
79804-970 – Dourados - MS

**Cristiano Márcio Alves de Souza** – csouza@ufgd.edu.br

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias  
Rodovia Dourados Itahum, km12,  
79804-970 – Dourados - MS

**Diogo Macedo Melo** – agrifofis@hotmail.com

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias  
Rodovia Dourados Itahum, km12,  
79804-970 – Dourados - MS

**José Francisco Vianna**– jfvianna@ufgd.edu.br

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Rodovia Dourados Itahum, km12,  
79804-970 – Dourados - MS

***Resumo:** Este trabalho pretende desenvolver um programa computacional que auxilie no ensino de energia solar para estudantes de engenharia. O programa proposto está formado pelos módulos: Energia Solar, Aquecimento de Água, Sistemas fotovoltaicos, Secador Solar, Arquitetura Bioclimática e Outras Aplicações da Energia Solar.*

***Palavras-chave:** Tecnologia educacional, Software, Energia Renovável*

### **1. INTRODUÇÃO**

A energia solar apresenta-se hoje como uma das alternativas energéticas mais promissoras à crescente demanda mundial de energia, ao progressivo esgotamento das fontes de energia não-renováveis e aos problemas ambientais provocados pelo uso irracional da energia, que colocam em risco o futuro da humanidade.

A radiação solar pode ser aproveitada para diversos fins, entre eles destaca-se a iluminação natural e aquecimento de ambientes usando técnicas de arquitetura e construção; o aproveitamento térmico para aquecimento de água em residências, indústrias e comércios; para produção de eletricidade usando sistemas fotovoltaicos e de produção de vapor.

Os avanços que se verificaram na última década nas tecnologias informáticas colocaram o potencial da comunicação multimídia ao alcance de qualquer pessoa: o desenvolvimento de computadores pessoais com um elevado poder computacional a baixo custo permite dispor de

Realização:



Organização:





máquinas capazes de processar e combinar na mesma mensagem texto, imagem, vídeo, áudio e animação.

Define-se Multimídia como a combinação, controlada por computador, de texto, gráficos, imagens, vídeo, áudio, animação, e qualquer outro meio pelo qual a informação possa ser representada, armazenada, transmitida e processada sob a forma digital, em que existe pelo menos um tipo de media estática (texto, gráficos, ou imagens) e um tipo de media dinâmica (vídeo, áudio, ou animação) (RIBEIRO & TORRES, 2009).

Segundo Ribeiro (2004) os sistemas multimídia interativos assumem atualmente, uma importância crescente em todas as áreas da atividade humana que dependem de uma comunicação eficaz. O ser humano interpreta informação que recebe através dos cinco sentidos em paralelo permitindo identificar as características das situações em que nos inserimos, e tomar as decisões necessárias de forma inteligente e de acordo com os estímulos que captamos do mundo exterior. O envolvimento de todos os sentidos na comunicação facilitam a transferência da informação e o entendimento do conteúdo da comunicação.

Teixeira & Brandão (2003) apresentam que o processo de informatização da sociedade brasileira é irreversível e que se a escola também não se informatizar, correrá o risco de não ser mais compreendida pelas novas gerações. A utilização do computador em Educação só faz sentido na medida em que os professores o conceberem como uma ferramenta de auxílio as suas atividades didaticopedagógicas, como instrumento de planejamento e realização de projetos interdisciplinares, como elemento que motiva e ao mesmo tempo desafia o surgimento de novas práticas pedagógicas, tornando o processo ensino-aprendizagem uma atividade inovadora, dinâmica, participativa e interativa.

No atual contexto em que os estudantes têm o computador como um grande aliado que auxilia no processo de aprendizagem, os softwares educacionais, apresentam-se com grande potencial na capacitação e aperfeiçoamento de alunos, professores e das próprias instituições de ensino. Nesse sentido o uso de um programa computacional para auxiliar no ensino de Energia Solar é uma proposta apresentada para vincular as novas técnicas de aprendizado usando o computador com a necessidade de oferecer ferramentas aos futuros engenheiros no uso de formas alternativas de energia.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados.

O programa educacional sobre energia solar foi desenvolvido usando recursos multimídia, isto é, desenhos, vídeos, fotografias e textos. Os conceitos e materiais apresentados foram basicamente obtidos do material Energia Solar do Curso de Pós-Graduação a Distância em Formas Alternativas de Energia (Alvarenga, 2006). Foram usados também, materiais complementares com base em artigos publicados em periódicos, Monografias e Trabalhos de Conclusão de Curso, livros e internet (Cometta, 1978; Fedrizzi, 1997; Magnoli & Scalzaretto, 1998; Green, 2000; Ghensev, 2006; Silva, 2006; Santos, 2009; [www.cidadessolares.org.br](http://www.cidadessolares.org.br); [www.cresesb.cepel.com.br](http://www.cresesb.cepel.com.br); [www.solenerg.com.br](http://www.solenerg.com.br)).

Foi utilizado durante o desenvolvimento, microcomputador, câmara fotográfica, filmadora e scanner, assim como softwares para edição de imagens e de linguagens de programação de computadores.

O programa computacional foi desenvolvido utilizando-se a linguagem de programação para internet (HTML), sendo usado o programa computacional FrontPage 2003. Também foi



utilizado programação orientada a objetos, sendo usado o programa computacional Visual Basic 6.0, que utiliza uma tecnologia de compilação moderna, produzindo executáveis com alta capacidade de interação entre documentação, imagens, vídeos e aplicativo executável, e o desenvolvimento de banco de dados cliente-servidor, com ênfase na utilização da técnica GUI (interface gráfica para o usuário). Possibilitando, ainda, os recursos de definição de tela, edição de dados, computação e manipulação de cadeias, recuperação e atualização da base de dados e geração de relatórios impressos.

O programa para auxílio ao ensino de Energia Solar está constituído por sete módulos: Energia Solar, Aquecimento de Água, Sistemas fotovoltaicos, Arquitetura Bioclimática, Secador Solar, Outras Aplicações e Bibliografia. O fluxograma do programa esta apresentado na Figura 1.

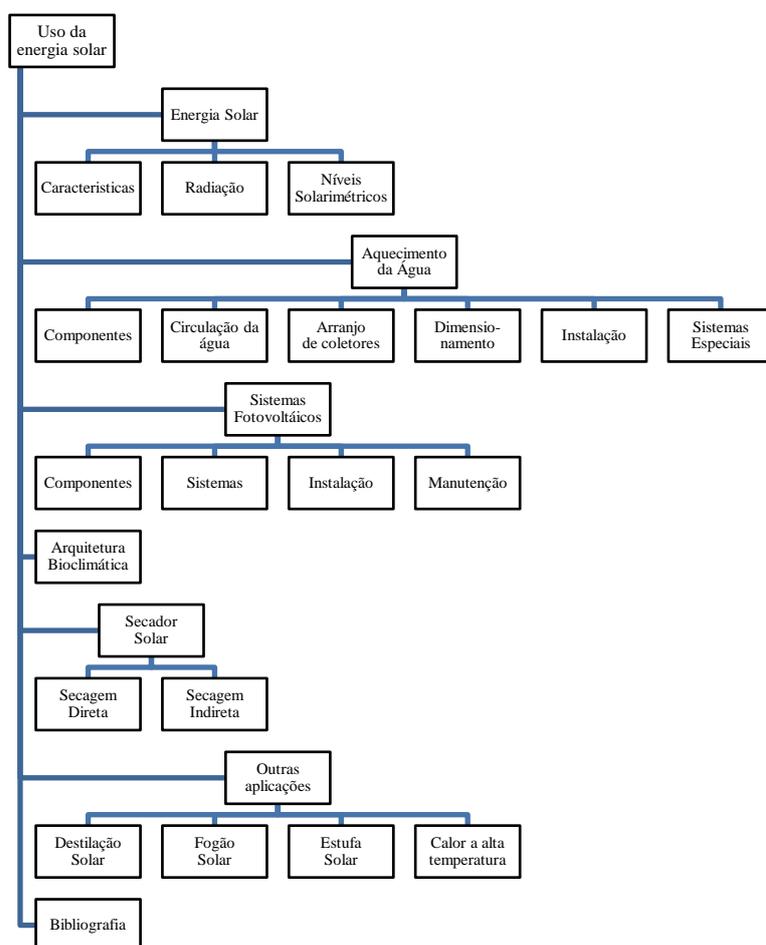


Figura 1. Fluxograma do programa.

O primeiro módulo nomeado de “Energia Solar” foi dividido em três seções: Características; Radiação e Níveis Solarimétricos. O segundo módulo nomeado “Aquecimento de Água” foi dividido em seis seções: Componentes, Circulação da água, Arranjo de coletores, Dimensionamento, Instalação e Sistemas Especiais.



O terceiro módulo “Sistemas Fotovoltaicos” caracterizou os sistemas solares fotovoltaicos e foi dividido em quatro seções: Componentes, Sistemas, Instalação e Manutenção.

O módulo “Arquitetura Bioclimática” apresentou a tendência atual do uso da bioclimatologia na construção de ambientes adequados ao clima e que também contribui para a redução no consumo da energia, a partir do aproveitamento dos recursos naturais.

O módulo “Secador Solar” foi dividido em duas seções: Secagem direta e Secagem indireta.

O módulo “Outras Aplicações” foi dividido nas seções: Destilador Solar, Fogão Solar, Estufa solar e Produção de calor a altas temperaturas.

As referencias bibliográficas consultadas foram relacionadas no módulo “Bibliografia”.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O programa educacional desenvolvido foi denominado ENERSOL e sua janela principal está apresentada na Figura 2.

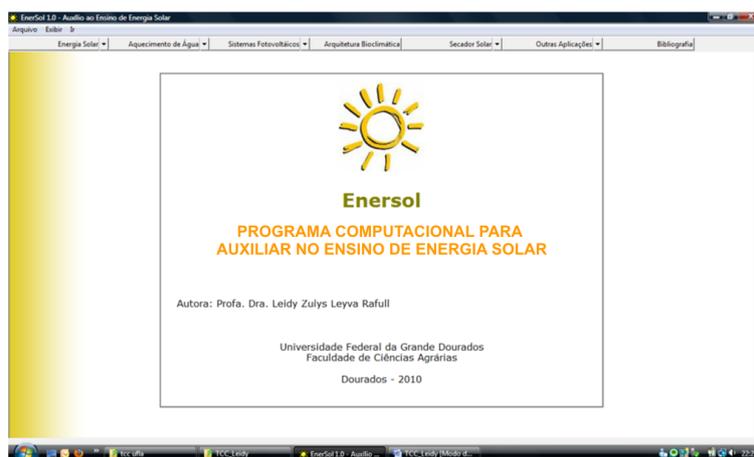


Figura 2. Janela Principal do Programa educacional ENERSOL.

A janela principal apresenta sete botões que correspondem com o número de módulos desenvolvidos. Ao clicar em cada botão aparece um menu que apresenta os tópicos que são tratados no módulo. O programa foi constituído por sete módulos: Energia Solar, Aquecimento de Água, Sistemas Fotovoltaicos, Arquitetura Bioclimática, Secador Solar, Outras Aplicações e Bibliografia.

O módulo Energia Solar foi dividido em três seções: Características; Radiação e Níveis Solarimétricos. Nessas seções foram apresentadas as características da energia solar destacando-se a influencia da variabilidade no tempo, da distribuição desigual pela superfície terrestre e a alta dependência de fatores meteorológicos sobre seu aproveitamento energético. Informações sobre a radiação solar foram oferecidas, pois seu conhecimento permite escolher e dimensionar corretamente um determinado sistema de aproveitamento. Como os níveis médios de radiação solar variam de região para região devido, principalmente, às diferenças de latitude, condições meteorológicas e altitudes, a sua análise criteriosa pode ser útil para estimar a energia extraída em um determinado aproveitamento.

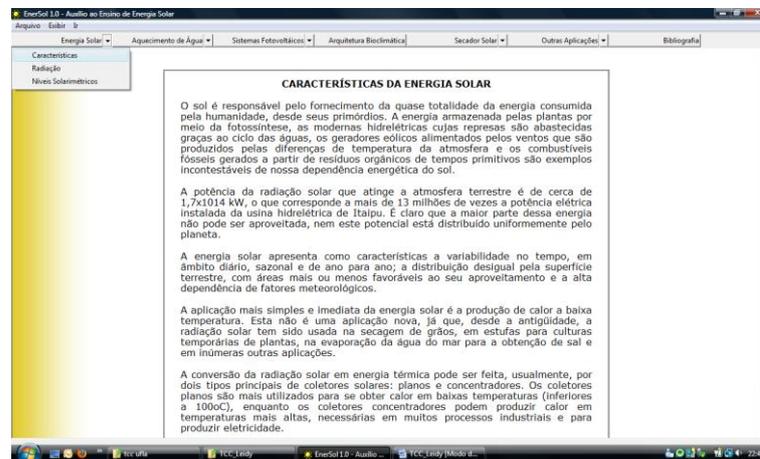


Figura 3. Janela apresentando a seção Características da Energia Solar do módulo Energia Solar.

O segundo módulo nomeado “Aquecimento de Água” (Figura 4) foi dividido em seis seções: Componentes, Circulação da água, Arranjo de coletores, Dimensionamento, Instalação e Sistemas Especiais.

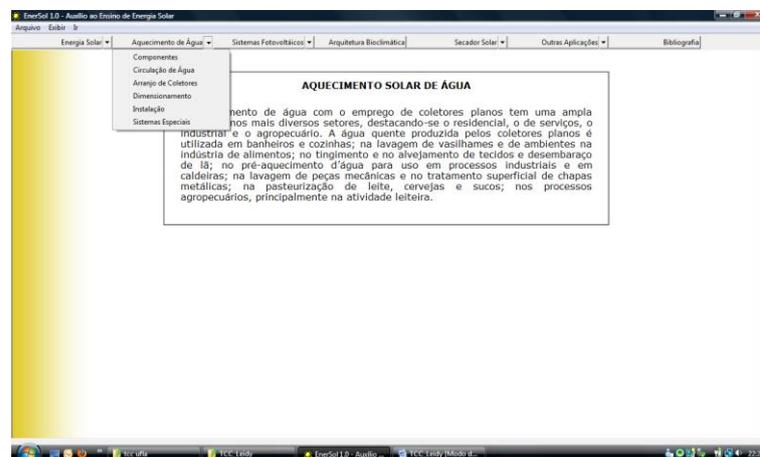


Figura 4. Janela apresentando o módulo Aquecimento de Água.

A seção “Componentes” apresentou o coletor plano e o reservatório de água quente como principais constituintes do sistema de aquecimento solar de água. Foram destacadas as características, princípio de funcionamento e partes do coletor solar plano, além de comentar sobre a eficiência do mesmo em função das temperaturas de trabalho. Foram também apresentadas a função, características e partes constituintes do reservatório de água quente.

A seção “Circulação da água” apresentou as diferentes formas em que pode circular a água em um sistema de Aquecimento Solar de Água, destacando a Circulação Natural, Circulação Forçada, Passagem Múltipla e Passagem Única. Durante a descrição do sistema de circulação natural também chamado de termo-sifão foi apresentado como o mais usado em pequenas instalações, sendo seu funcionamento baseado na diferença de densidade da água



em diferentes temperaturas. Apresentou-se a circulação forçada como recomendada para instalações de médio e grande porte utilizando uma pequena motobomba elétrica para fazer circular a água quente entre o coletor e o reservatório. Foram apresentadas também as características e informações dos sistemas de Passagem múltipla e Passagem única, fazendo em cada caso recomendações para melhorar a eficiência durante o funcionamento.

A seção “Arranjo de coletores” apresentou as possíveis disposições dos coletores, sendo em série, em paralelo e em série-paralelo. Foi destacada a montagem em paralelo como a normalmente utilizada para sistemas que operam com circulação natural, permitindo obter uma eficiência maior de cada coletor, devido à temperatura de entrada do fluido ser menor que em um sistema em série. Na montagem em série foi apresentado que os coletores trabalham a temperaturas diferentes e crescentes, segundo a direção do fluxo; e na montagem série-paralelo procura-se aliar a eficiência do arranjo em paralelo com a manutenção de fluxos mínimos de fluido em cada coletor.

Na seção “Dimensionamento” foram apresentadas recomendações para realizar o dimensionamento de um sistema de aquecimento solar de água. Foi destacado o dimensionamento como o ponto crítico do projeto, devendo ser considerado, as características desejadas de consumo de água quente, o nível e as características da radiação solar local, as características do coletor solar a ser usado, as alternativas e os custos do energético complementar.

Na seção “Instalação” foram apresentadas recomendações para realizar a instalação dos coletores, destacando os cuidados que devem ser tomados com o posicionamento dos coletores e a qualidade das tubulações que levam a água quente aos pontos de consumo.

A seção “Sistemas Especiais” apresentou as características de coletores solares de baixo custo, que combinam o uso do calor da energia solar, de um resistor interno e do chuveiro elétrico. Nessa seção também foi apresentada a laje solar e os coletores plásticos para aquecimento de piscinas.

O terceiro módulo “Sistemas Fotovoltaicos” apresentou como definição de sistemas fotovoltaicos o conjunto dos equipamentos necessários para transformar a energia solar em eletricidade adequada para o uso do consumidor. Também foram apresentadas as características desses sistemas, além de vantagens e desvantagens do seu uso. O módulo foi dividido em quatro seções: Componentes, Sistemas, Instalação e Manutenção.

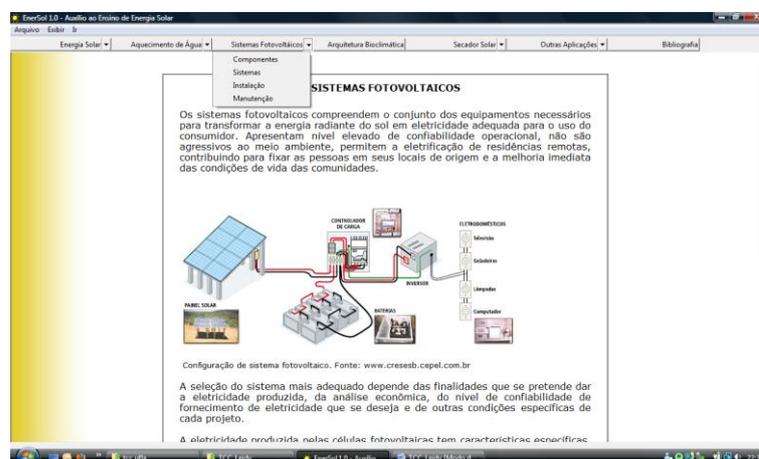


Figura 5. Janela apresentando o módulo Sistemas Fotovoltaicos.



A seção “Componentes” apresentou o módulo fotovoltaico, a bateria, o controlador de carga e o inversor como principais componentes de um sistema fotovoltaico. O módulo fotovoltaico foi apresentado como a unidade básica do sistema de geração de eletricidade, e a célula fotovoltaica seu principal constituinte. Foi caracterizado o efeito fotovoltaico característico dos semicondutores e apresentado os tipos de células existentes, destacando-se as de silício monocristalino, silício policristalino, as células de filmes finos e as células com concentração. Foi apresentada a curva característica corrente vs tensão de um módulo fotovoltaico e definidos os pontos dessa curva. Foi caracterizada a Eficiência do módulo, o Fator de forma, a influência da intensidade da radiação solar que incide no módulo assim como a influência da temperatura.

Um outro componente apresentado foi a bateria com a função de armazenar a energia elétrica produzida. Foram apresentados os tipos de baterias existentes, as características de baterias para sistemas fotovoltaicos, sendo analisada: a tensão, a capacidade de armazenamento de energia, a autodescarga, eficiência e vida útil. Foram também feitas recomendações para realizar a manutenção da bateria.

O controlador de carga foi outro componente apresentado. Ele é utilizado em sistemas fotovoltaicos, basicamente, para a proteção das baterias, tanto contra as descargas profundas quanto contra o carregamento excessivo, garantindo uma vida útil maior para as mesmas. Foram apresentados os tipos de controladores e suas características.

O inversor foi apresentado como encarregado de transformar a energia elétrica contínua das baterias em energia elétrica alternada, adequada para a maioria dos equipamentos disponível no mercado. Foram também tratados os tipos básicos de inversores e as características desejáveis.

A seção “Sistemas” apresenta os Sistemas Isolados, como sistemas autônomos, totalmente desconectados e independentes da rede elétrica e que são muito utilizados para eletrificação de propriedades e escolas rurais isoladas. Os Sistemas Isolados Especiais foram apresentados como aqueles que aproveitam as características de confiabilidade e durabilidade que caracterizam os módulos fotovoltaicos para eletrificar estações remotas de telecomunicação e telemetria, telefones com rádio situados em locais remotos, bóias marítimas de sinalização, entre outras. Os Sistemas Híbridos foram apresentados como aqueles que além de usar a energia solar fotovoltaica, usam motogeradores e aerogeradores para geração complementar de eletricidade e os Sistemas Conectados à Rede como aqueles que fornecem a energia elétrica gerada pelo módulo fotovoltaico para a rede elétrica da concessionária local. Esses sistemas não necessitam de armazenamento de energia elétrica, pois usam o próprio sistema elétrico da concessionária como retaguarda para os momentos sem insolação.

O Sistema de Bombeamento de água foi apresentado como um sistema onde o gerador fotovoltaico garante a eletricidade necessária para acionar uma motobomba. Foram feitas recomendações para o dimensionamento indicando a necessidade em definir a potência de pico do gerador fotovoltaico, em selecionar a motobomba e o tipo de controlador eletrônico que será utilizado. Foi reafirmada a importância em se conhecer as necessidades de água, as características do poço, as alturas manométricas envolvidas e as características da insolação local.

Nas seções “Instalação” e “Manutenção” foram apresentadas recomendações para instalar cada um dos componentes dos sistemas fotovoltaicos, assim como realizar a manutenção apropriada.



O módulo “Arquitetura Bioclimática” apresentou a tendência atual do uso da bioclimatologia na construção de ambientes adequados ao clima e que também contribui para a redução no consumo da energia, a partir do aproveitamento dos recursos naturais. Nesse tipo de arquitetura são analisados sistemas de aquecimento solar de ambientes e de água, iluminação, produção de eletricidade, circulação dos ventos, ângulos e orientações de telhados e paredes, sistemas de isolamento térmico, sombreamentos, áreas envidraçadas, visando soluções que tornem a edificação mais agradável aos usuários e mais eficiente energeticamente (Figura 6).

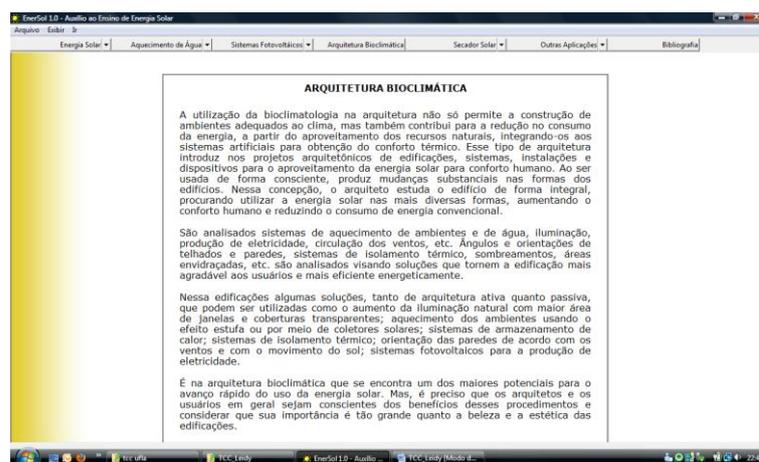


Figura 6. Janela apresentando o Módulo Arquitetura Bioclimática.

O módulo “Secador Solar” apresentou as possibilidades do uso do sol para a secagem de produtos agrícolas. O módulo foi dividido em duas seções: Secagem direta e Secagem indireta. Na seção “Secagem direta” foram apresentadas as características deste tipo de secagem destacando que o produto é colocado dentro do próprio coletor solar e é secado por meio da radiação solar direta e da circulação do ar aquecido. A seção “Secagem indireta” apresenta como a secagem de produtos agrícolas pode ser realizada em silos, usando para a secagem, o ar previamente aquecido por um coletor solar.

O módulo “Outras Aplicações” apresentou outras formas em que pode ser aproveitada a energia solar destacando-se o destilador, fogão e estufa solar e a produção de calor a altas temperaturas. Na seção “Destilador Solar” é apresentado o principio de funcionamento, as características e a forma em que é desalinizada a água. Nas seções “Fogão Solar” e “Estufa Solar” foram apresentados que o efeito estufa é aproveitado por essas instalações para aquecer o ambiente, permitindo a passagem da radiação e impedindo a saída do calor.

Na seção Calor a altas temperaturas apresentou-se as características da produção de calor em temperaturas mais altas, destacando a necessidade do uso de coletores solares especiais que concentram os raios solares em áreas reduzidas denominadas focos, onde absorvedores colocados nessas áreas fortemente iluminadas permitem o aquecimento de fluidos em altas temperaturas. Foi mostrado que esse tipo de coletor só aproveita a componente direta da radiação solar, não operando quando existe apenas a radiação difusa. Foi destacado nessa seção a importância do uso de temperaturas elevadas na produção de energia elétrica e de energia mecânica, na produção de vapor d’água, a incineração de resíduos e os fornos diversos. Uma grande vantagem do uso da energia solar para a obtenção de altas temperaturas é que não se tem chama, fumaça, gases, sendo, assim, um processo limpo. Essa seção aborda



as características dos coletores solares concentradores e a produção de eletricidade. Foram apresentadas as características dos coletores cilíndricos-parabólicos, os semiesféricos ou parabolóides, os parabólicos do tipo composto e dos heliostatos, assim como foram apresentadas centrais de produção de eletricidade que estão em funcionamento e seus componentes.

As referencias bibliográficas consultadas durante o desenvolvimento do trabalho aparecem relacionadas no módulo “Bibliografia” (Figura 7).

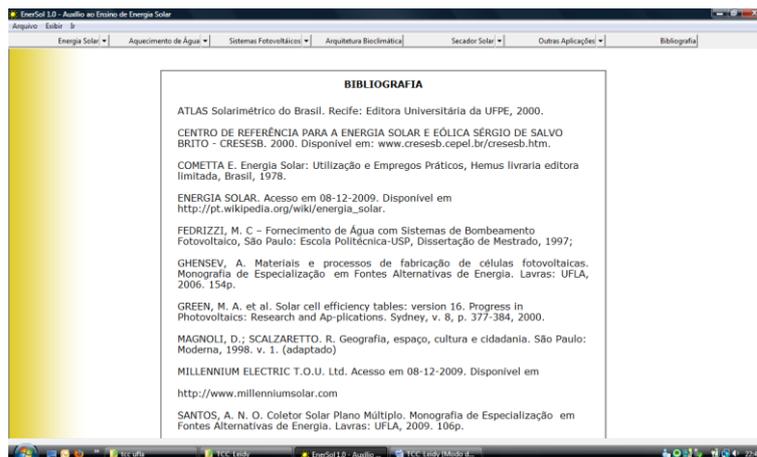


Figura 7. Janela apresentando a Bibliografia.

Figuras ilustrativas foram apresentadas em todos os módulos do programa para facilitar a compreensão do texto.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa educacional para auxiliar o ensino de Energia Solar foi desenvolvido com sucesso. O sistema apresentou-se amigável, demonstrando que o uso de ferramentas de computação podem auxiliar o ensino.

#### 5. REFERÊNCIAS / CITAÇÕES

ALVARENGA, C. A. **Energia Solar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 118p.

**CENTRO DE REFERENCIA PARA A ENERGIA SOLAR E EÓLICA**. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/>

**CIDADES SOLARES**. Disponível em: <http://www.cidadessolares.org.br/>

COMETTA E. **Energia Solar: Utilização e Empregos Práticos**. Rio de Janeiro: Hemus, Brasil, 1978.

FEDRIZZI, M. C. **Fornecimento de Água com Sistemas de Bombeamento Fotovoltaico**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Escola Politécnica-USP. 1997.

GHENSEV, A. **Materiais e processos de fabricação de células fotovoltaicas**. Monografia de Especialização. Lavras: UFLA, 2006. 154p.



- GREEN, M. A. Solar cell efficiency tables. 16 ed. **Progress in Photovoltaics: Research and Applications**. v. 8. Sydney, 2000.
- MAGNOLI, D.; SCALZARETTO. R. **Geografia, espaço, cultura e cidadania**. São Paulo: Moderna, 1998.
- RIBEIRO, N.M. **Multimídia e Tecnologias Interactivas**. Lisboa: FCA - Editora de Informática 2004. 504 p.
- RIBEIRO, N.M; TORRES, J. **Tecnologias de Compressão Multimídia**. Lisboa: FCA - Editora de Informática. 2009. 384 p.
- SANTOS, A.N.O. **Coletor Solar Plano Múltiplo**. Monografia de Especialização. Lavras: UFLA. 2009. 29p.
- SILVA, I.R. **Implantação do curso de energia solar no SENAI de Pernambuco**. Monografia de Especialização. Lavras: UFLA. 2006. 106p.
- SOLENERG ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA**. Disponível em: <http://www.solenerg.com.br/>
- TEIXEIRA, A.C., BRANDÃO, E.J.R. **Software Educacional: O Difícil Começo**. *Novas Tecnologias na Educação*. Porto Alegre, v.1, n.1, p.1-7, 2003.

## **SOFTWARE TO ASSIST IN THE TEACHING OF SOLAR ENERGY**

**Abstract:** *This work aims to develop software that assists in the teaching of solar energy for engineering students. The software proposed is formed by the modules: solar Energy, heating water, photovoltaic systems, solar drier, Bioclimatic Architecture and Other Solar Energy Applications.*

**Key-words:** *Educational technology, Software, Renewable energy*