

METODOLOGIA PARA INSERÇÃO DE CONCEITOS SOBRE FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS CURRÍCULOS DO ENSINO BÁSICO

Mannoella de Araújo Neves – mannuneves@ufpa.br

João Tavares Pinho – jtpinho@ufpa.br

Marcos André Barros Galhardo – galhardo@ufpa.br

Symar Salgado Neto Pontes – symar.pontes@itec.ufpa.br

GEDAE – Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas. Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Elétrica

João Paulo Abreu Vieira – jpavieira@ufpa.br

Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Elétrica

Resumo. *O presente trabalho apresenta a proposta e o desenvolvimento de uma metodologia para inclusão de conceitos sobre fontes renováveis de energia e eficiência energética nos currículos dos ensinos fundamental e médio, com a finalidade de despertar o interesse de crianças e jovens para esses temas de importância fundamental, mas ainda muito pouco abordados nesses níveis. Como parte dessa metodologia são apresentados materiais didáticos para serem utilizados nas escolas, que constam de experimentos, kits educativos, cartilhas eletrônicas, panfletos e jogos educativos, visando facilitar a prática do ensino. Os materiais desenvolvidos são de fácil acesso, compreensão e manipulação, retratando a teoria e a prática da forma mais simples possível. O material produzido também visa à capacitação dos professores de ensino fundamental e médio.*

Palavras-chave: *Energia renovável, Kits educativos, Cartilhas eletrônicas, Educação básica.*

1. INTRODUÇÃO

O conceito de energia é um dos principais temas abordados dentro do currículo de Ciências Naturais na educação básica, pois a energia é a componente essencial para a existência e manutenção da vida. Na sociedade moderna a demanda por recursos energéticos é ainda maior, pela expansão populacional humana, bem como pela crescente exigência desse recurso para fins de locomoção rápida, conforto, segurança, etc. O significado e as aplicações do termo “energia” são tantos, que por vezes nas escolas são produzidas confusões quanto às grandezas, ideias e conceitos distintos envolvidos, tais como: força, potência, atividade física, poder calórico dos alimentos, etc.

Contextualizando-se a importância desse tema nos dias atuais, têm-se as preocupações energéticas e ambientais que fazem com que os projetos de sistemas elétricos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, bem como os de arquitetura e engenharia civil, tenham uma maior preocupação em relação à eficiência e à autonomia energética, incluindo a possibilidade de geração de energia através de fontes renováveis não convencionais.

Os temas “energias renováveis” e “eficiência energética”, apesar de serem cada vez mais importantes no contexto nacional, e principalmente na região Amazônica, ainda hoje têm pouca ênfase nas instituições brasileiras de ensino nos níveis fundamental e médio. As novas gerações são as que mais necessitarão de informações e domínio sobre este assunto, e a educação formal é um elemento muito importante para este feito.

Por isso, despertar o interesse de crianças e jovens para a importância do tema significa a formação de massa crítica para um futuro próximo, que possa ajudar na busca por um novo modelo de geração de energia, sustentável e ambientalmente correto. O contato próximo com a teoria e a prática de sistemas com fontes renováveis de energia é fundamental para transformar uma criança em um adulto consciente da importância do tema, que futuramente pode vir a desempenhar importante papel na área, através da atuação na pesquisa e no desenvolvimento, ou mesmo como profissional ligado a empresas do setor energético ou órgãos públicos de tomadas de decisões.

No entanto, ainda há o estudo ou ensino do tema de forma superficial, enfatizando-se alguns tipos como a energia cinética e potencial ou idealizando-se situações que visam facilitar sua compreensão, mas que acabam incutindo ideias e conceitos irreais, os quais permeiam e até solidificam no tempo de escolarização do aluno na educação básica. Também se observa grande dificuldade em estabelecer correlações entre os conteúdos curriculares relacionados à energia, os conhecimentos científicos, os avanços tecnológicos com os problemas socioambientais. Para Bunge (2000), o conceito de energia da forma como é apresentado nos livros e ensinado nas escolas torna-se abstrato e pouco informativo para os alunos.

Para mudar e melhorar essa realidade em que se encontra o ensino de “energias renováveis” e “eficiência energética”, realizou-se o presente trabalho, que tem como objetivo geral introduzir conceitos sobre fontes renováveis de energia, eficiência energética, uso racional de energia e preservação ambiental nos currículos de escolas de ensino fundamental e médio do estado do Pará, com as seguintes tarefas: montar experimentos reais (pequenos protótipos de

geração e *kits* educativos) e virtuais (cartilhas eletrônicas e jogos educativos) sobre várias formas de geração e uso eficiente da energia elétrica, a serem utilizados em aulas demonstrativas nas escolas; confeccionar material didático (cartilhas, livretos, panfletos, etc.) sobre produção, formas e usos da energia; disponibilizar em página da internet materiais educativos para *download*, como por exemplo, jogos, informativos, cartilhas e apresentações animadas; capacitar professores do ensino fundamental, médio e técnico como agentes difusores.

2. A METODOLOGIA

Este trabalho originou-se no Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (GEDAE). Os membros do grupo apresentam inúmeros trabalhos e ações desenvolvidas na área das energias renováveis desde a criação do grupo em 1994. As ações de orientação de alunos em nível de graduação e pós-graduação, trabalhos apresentados em congressos, seminários, revistas e eventos diversos, projetos e instalações de sistemas híbridos de geração de energia em diversas localidades da região Amazônica, publicação de livros e vários projetos na área de conforto ambiental e arquitetura bioclimática (incluindo o próprio prédio do GEDAE) podem ser verificados nas páginas eletrônicas do GEDAE e do INCT-EREEA, comprovando a experiência da equipe na área objeto do trabalho.

A sustentabilidade deste trabalho é um fator de grande relevância, porque indica se os mesmos são ações de sucesso ou não. Aqui a sustentabilidade se apoia na:

- Experiência da equipe executora que se mantém por mais de 19 anos com a formação atual;
- Possibilidade de interagir com prefeituras e órgãos da administração estadual para mostrar a importância do uso racional e eficiente das energias renováveis;
- Interação permanente com o público alvo através dos *kits* e materiais didáticos produzidos e regularmente atualizados, tendo em vista a velocidade com que as energias renováveis se expandem no mundo e atraem a atenção da população em geral;
- Desejo da sociedade em experimentar novas e factíveis maneiras de preservar o meio ambiente;
- Possibilidade de gerar novos recursos, com cursos de capacitação para empresas;
- Possibilidade de adoção da temática nos currículos das escolas de ensino médio e fundamental da região;
- Tema que desperta o interesse crescente da sociedade.

O trabalho objetiva primordialmente promover a disseminação dos conceitos básicos das energias renováveis, eficiência energética e uso racional da energia entre alunos do ensino fundamental e médio. Além disso, cursos e treinamentos serão utilizados como forma de envolver os professores das instituições de ensino da região. Entre os resultados deste trabalho, tem-se: produção e distribuição de materiais didático-científicos, tais como panfletos, apostilas, cartilhas eletrônicas, etc., relacionados às energias renováveis, eficiência energética e preservação do meio ambiente; capacitação contínua de recursos humanos; apresentação dos *kits* educativos e materiais produzidos em feiras, congressos, seminários, aulas expositivas e eventos similares; geração de publicações técnicas, científicas e informativas sobre os temas em questão.

Entre os materiais produzidos tem-se os *kits* educativos e as cartilhas eletrônicas, que oferecem a possibilidade dos professores utilizarem em sala de aula, diversificando o processo ensino-aprendizagem e como apoio para a fixação do assunto relacionado a fontes renováveis de energia e eficiência energética.

Em Perrenoud (1995) é reforçado o que foi dito acima, quando diz que diferenciar o ensino é organizar as interações e atividades de modo que cada aluno se defronte constantemente com situações didáticas que lhe sejam mais fecundas. Portanto, sair do tradicional e arriscar novas experiências, construindo novas práticas pedagógicas, levará ao êxito todos os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

3. OS KITS EDUCATIVOS

3.1 *Kit* Pequena Central Hidrelétrica (PCH)

O primeiro *kit* educativo confeccionado foi o protótipo de uma turbina hidrelétrica que objetivou demonstrar o aproveitamento da energia hídrica para geração de energia elétrica, conforme demonstrado na Fig.1. O *kit* foi construído com o intuito de ser apresentado no II Seminário Estudantil de Energia Renovável e Eficiência Energética a alunos de ensino médio de escolas públicas da região metropolitana de Belém.

O *kit* conta com um garrafão de 20 L elevado, para acumular energia potencial gravitacional na água, a qual é convertida em energia cinética através de uma mangueira direcionada às pás de uma turbina. A turbina foi confeccionada de forma a estar acoplada a um pequeno gerador de ímãs permanentes, o qual gira próximo a duas bobinas de cobre. A corrente CA ali gerada é convertida para CC através de um circuito retificador a diodos que se encontra dentro de uma caixa, onde também estão os LEDs que servem como carga (Fig. 1).



Figura 1 – Protótipo de uma PCH: (a) *Kit* completo; (b) Gerador e carga e (c) Geração de energia.

O funcionamento de outro *kit* que também simula uma PCH (Fig. 2) tem o mesmo princípio do anterior, estando a diferença no fato de que a turbina está acoplada a um gerador por meio de uma polia. A carga está representada por uma caixa de LEDs, cujo circuito retificador está inserido internamente.

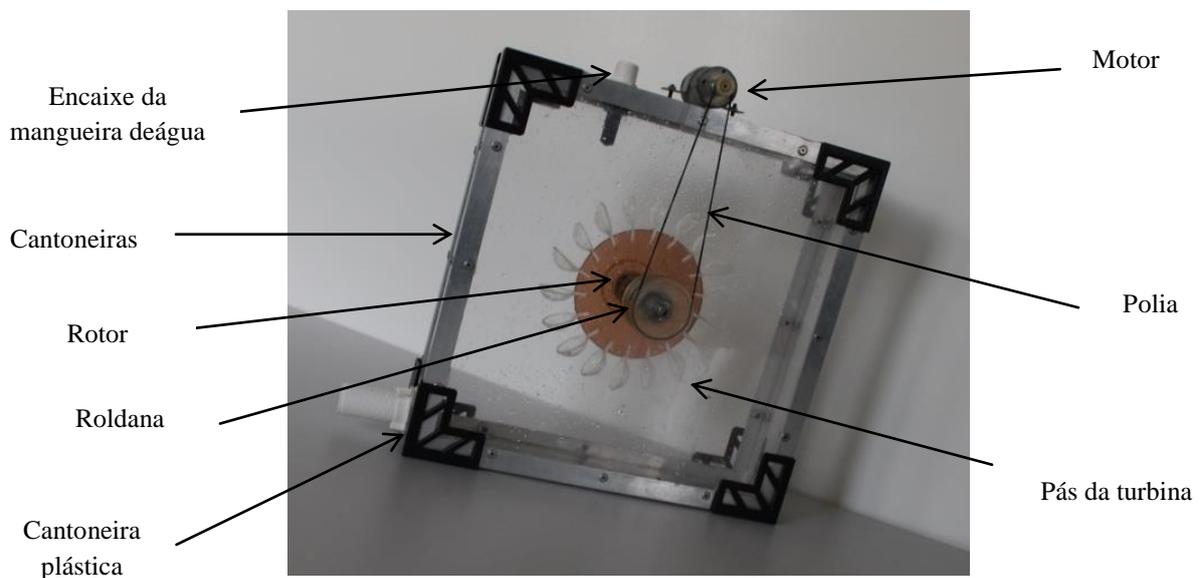


Figura 2 - *Kit* PCH (Pequena Central Hidrelétrica).

3.2 Kit Bombeamento Fotovoltaico

O *kit* de bombeamento fotovoltaico (Fig. 3) demonstra o aproveitamento da energia solar para o bombeamento de água por meio de um protótipo em escala reduzida. Consta de um módulo fotovoltaico conectado diretamente aos terminais de uma pequena bomba, cuja função é bombear água de um reservatório, simulando um poço, até outro superior, simulando uma caixa d'água. O retorno de água ocorre por gravidade até um terceiro reservatório, que simula uma piscina. O nível de irradiância solar influencia diretamente na vazão com que a água é bombeada.

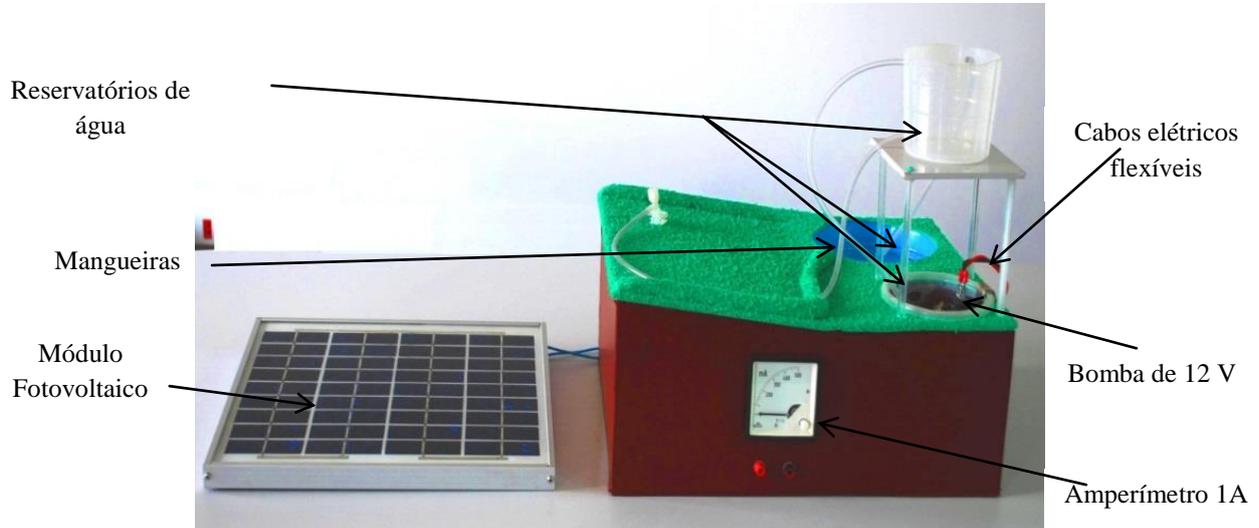


Figura 3—Kit Bombeamento Fotovoltaico.

3.3 Kit Geração Eólica

O *kit* de geração eólica (Fig. 4) é um protótipo de um aerogerador com a finalidade de demonstrar o uso da energia eólica para geração de energia elétrica. O seu funcionamento dá-se da seguinte forma:

- A massa de ar incide nas pás, fazendo-as girar.
- O movimento é transferido para um pequeno gerador de energia elétrica acoplado ao eixo das pás.
- A corrente gerada é transmitida à fonte de iluminação (LEDs) por meio dos cabos de conexão.

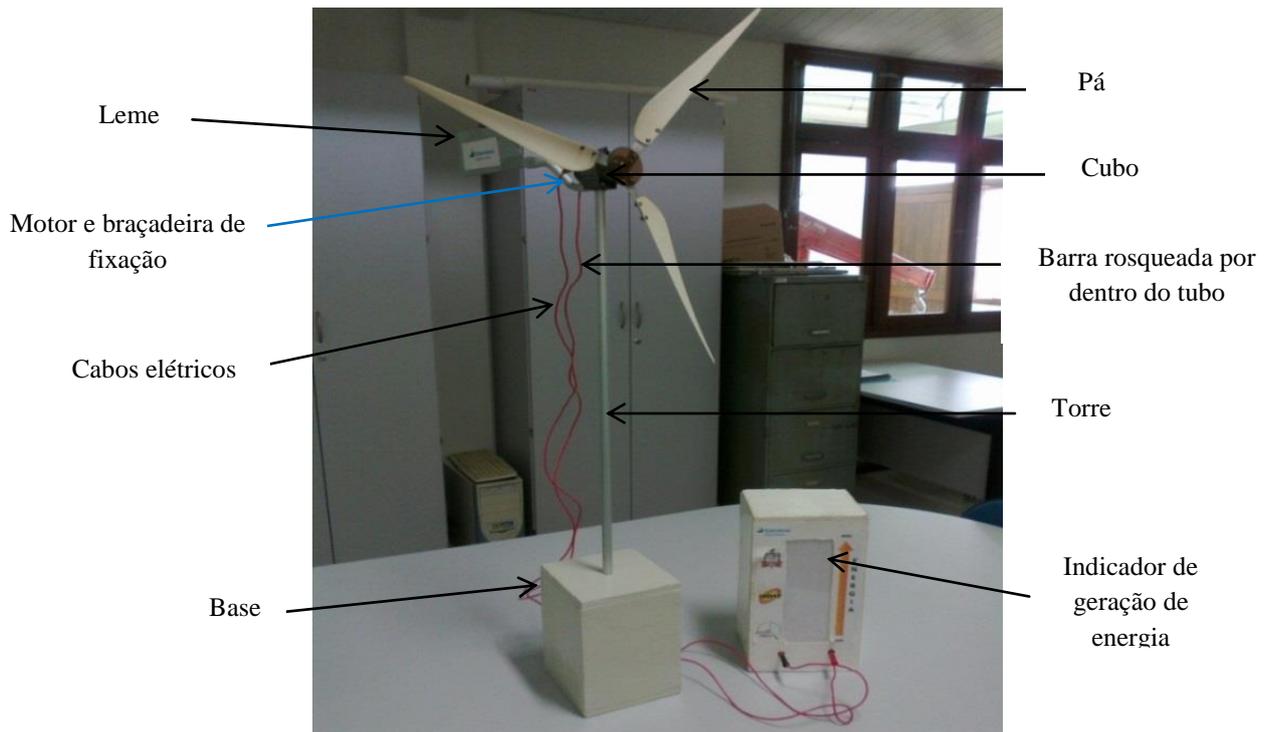


Figura 4 – Kit Geração Eólica.

A velocidade de rotação, a qual é influenciada diretamente pelo vento, determina a quantidade de LEDs que são acesos na caixa.

3.4 Kit Sistema Fotovoltaico Isolado

O kit educativo do sistema fotovoltaico isolado demonstra o aproveitamento da energia solar para geração de energia elétrica por meio de um protótipo em escala reduzida de um sistema fotovoltaico isolado, ou seja, não conectado à rede. O sistema consta basicamente de um módulo fotovoltaico, uma bateria de 12V e um controlador de carga, o que pode ser visualizado na Fig. 5. Vários medidores foram instalados (voltímetros e amperímetros) com o objetivo de analisar as correntes e as tensões de carregamento da bateria, do módulo FV e a das cargas.

Várias chaves e fusíveis foram instalados para seccionar e proteger cada ramo do circuito, e também a fim simular diferentes situações operacionais. Lâmpadas cc de 12V são utilizadas como cargas.

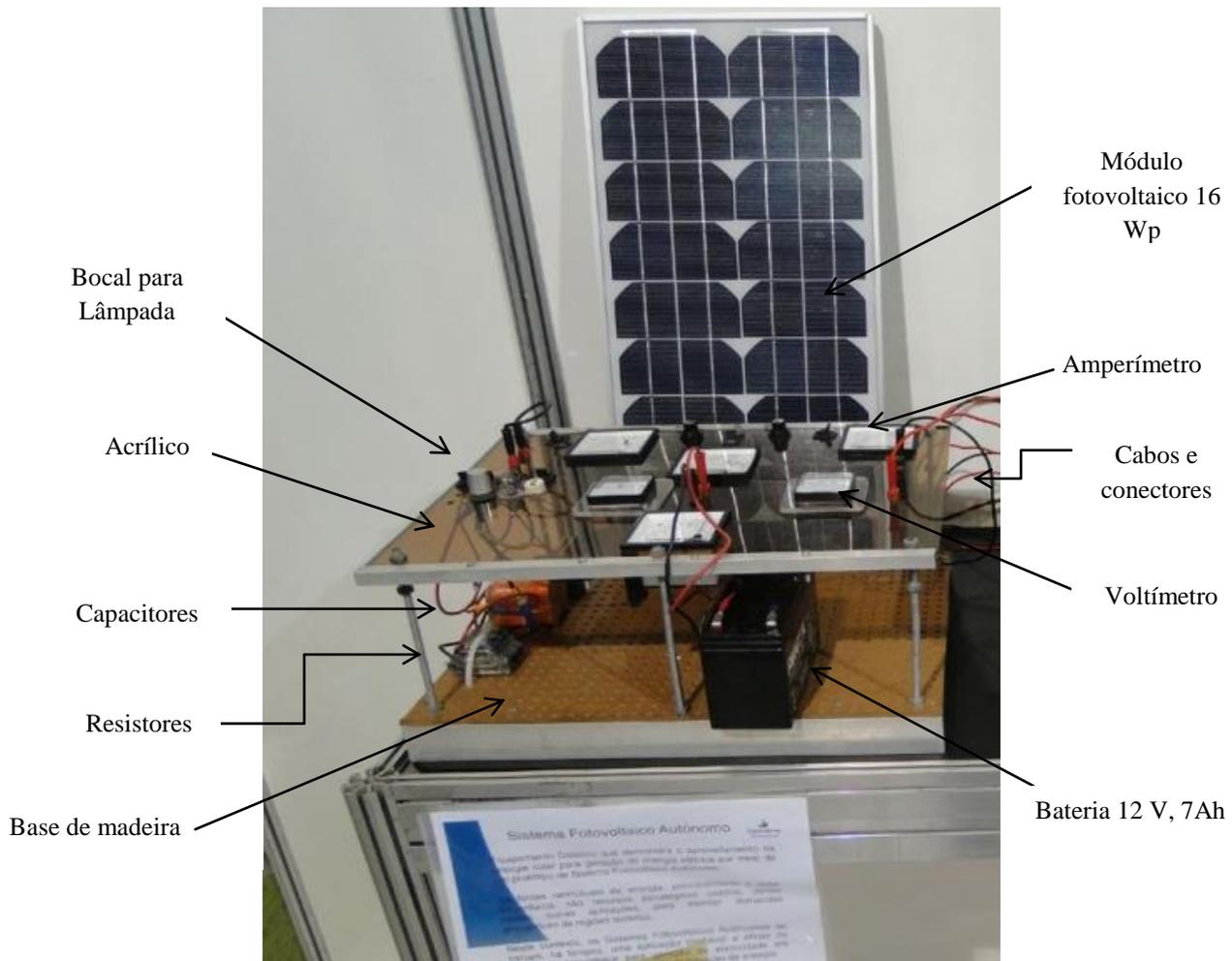


Figura 5 – Kit Sistema Fotovoltaico Isolado.

4. UTILIZAÇÃO DOS KITS EDUCATIVOS EM EVENTOS

Uma das propostas fundamentais de trabalho dos kits educativos é a exibição dos mesmos em feiras nos colégios de ensino fundamental e médio, além de amostras em eventos regionais e nacionais como na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, realizada em Brasília em 2010. Os kits foram projetados para facilitar o entendimento da operacionalidade de sistemas que envolvam energias alternativas, tanto por pessoas sem conhecimento básico quanto por profissionais da área de engenharia.

Estudantes de ensino médio também podem utilizar os equipamentos, já que o GEDAE, sendo grupo sede e apoiado por projetos do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Energias Renováveis e Eficiência Energética da Amazônia (INCT-EREEA), também possui bolsistas do ensino médio que trabalham diretamente com esses kits educativos. A Fig. 6 mostra a utilização de um dos kits educativos aos alunos do ensino básico que visitaram a sede do GEDAE.



Figura 6 - Exibição do *kit* Sistema Fotovoltaico Isolado.

4.1 2º Seminário Estudantil sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética

O evento ocorreu no dia 03/04/2011 no Centro de Convenções da Universidade Federal do Pará (UFPA) e teve como objetivo apresentar conceitos básicos sobre energias renováveis e eficiência energética, bem como divulgar o uso de material didático teórico e prático para o ensino destes temas nas escolas de nível médio regular e técnico profissionalizante. O evento teve como público alvo os professores e alunos do Ensino Médio Regular e Técnico e foi composto de palestras, apresentações de trabalhos técnicos e científicos, mesas redondas e apresentação dos *kits* educativos confeccionados no GEDAE pelos bolsistas do ensino médio. A Fig.7 mostra algumas imagens do evento.



Figura 7 – 2º Seminário Estudantil sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética do GEDAE/INCT-EREEA.

4.2. SEMAERO 2012

A 1ª Semana do Meio Ambiente do Aeroporto Internacional de Belém (SEMAERO), evento organizado pela INFRAERO de 6 a 7 de Novembro de 2012, teve como premissa garantir o cumprimento de normas e padrões de proteção ao meio ambiente na operação de atividades aeroportuárias. Foi um evento que contou com inúmeras palestras englobando temas como gestão ambiental e de recursos hídricos em aeroportos, além de trabalhos expositivos envolvendo os programas ambientais da INFRAERO.

A responsabilidade da exibição do tema “Energias Renováveis” foi passada ao GEDAE através da amostra dos *kits* acadêmicos anteriormente citados, como se observa na Fig. 8. O evento contou com o público de todas as idades, mas a maior parte eram profissionais das áreas de engenharia ambiental e biólogos.



Figura 8 – Apresentação dos kits na SEMAERO 2012.

4.3. Feiras estudantis

Com o objetivo de divulgar o conhecimento para os alunos de ensino fundamental e médio, o GEDAE também participou de demonstrações dos *kits* em diversas feiras estudantis pela cidade de Belém, Pará. No ano de 2012, em um evento promovido pelo SESC – PA, que contou a apresentação de diversos trabalhos com o tema de preservação do meio ambiente, o GEDAE também marcou presença com os *kits* acadêmicos, despertando a atenção e o interesse de muitos alunos.

Outro evento, organizado por um colégio de ensino fundamental, contou com a presença de inúmeras crianças que utilizaram os *kits* para apresentação de trabalhos próprios, mas sempre contando com a supervisão e acompanhamento de um membro do GEDAE.



Figura 9 – Exibição dos kits no SESC.

Foi observado que os kits também serviram para despertar o interesse das crianças em cursar alguma área da engenharia e também futuramente trabalhar na área de energias renováveis. Além disso, os professores também se mostraram interessados em aprender mais sobre o tema e realizar mais trabalhos com os alunos.

5. CARTILHAS ELETRÔNICAS

Foram desenvolvidas cartilhas eletrônicas contendo animações de um sistema hidroelétrico, sistema autônomo fotovoltaico e um sistema eólico. Essas cartilhas foram confeccionadas utilizando o *software Adobe Flash Professional CS5*, que, além das ferramentas usadas na criação dos desenhos animados, inclui também uma linguagem de programação própria conhecida como *Action Script*. Utilizou-se essa linguagem de programação para deixar as cartilhas interativas e atraentes.

Nas cartilhas são apresentadas a energia solar, como foco em sistemas isolados tipo SIGFI (Sistema Individual para Geração de Energia Elétrica por Fontes Intermitentes) especificamente em aplicações para comunidades isoladas da região Amazônica; a energia hidráulica, possibilitando o conhecimento de como se dá a geração da energia elétrica nas usinas hidrelétricas; e também a geração de energia elétrica aproveitando o vento, conhecida como energia eólica. As animações contêm cada um dos principais componentes e conceitos intrínsecos dos sistemas em questão e estão também acompanhadas de um texto descrevendo-os sucintamente.

A animação do sistema hidroelétrico mostra cada aparato essencial para a conversão da energia potencial da água em energia elétrica, destacando a barragem responsável por manter o desnível e acumular essa energia potencial e oportunizar o controle da água em momentos de cheias e de estiagem. Há também a tomada d'água, o conduto forçado, a turbina responsável por transformar a energia cinética da água em energia mecânica rotacional e o gerador que converte finalmente a energia mecânica em elétrica que será enviada a subestação, de onde a tensão é elevada para ser transmitida aos centros consumidores. Cada etapa para a obtenção da energia elétrica é mostrada na animação e ao passar o *mouse* sobre os componentes aparece o nome correspondente, e ao pressionar o seu indicador sobre os componentes é mostrado um texto explicando o que é visualizado na animação.

A animação do sistema fotovoltaico isolado, que simula um ambiente da região Amazônica, mostra como pode ser um sistema de geração com aproveitamento da energia solar para atendimento de uma casa ribeirinha. Neste caso utilizou-se como exemplo um SIGFI, obedecendo à resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) N°493/2012. Simulou-se uma residência ribeirinha com pequena carga (três pontos de lâmpadas, uma televisão e um aparelho de som), caso em que o SIGFI-13 é o indicado, pois tem disponibilidade mensal igual a 13 kWh (a menor entre os tipos de SIGFI), baseando-se em um consumo diário de referência de 435 Wh/dia.

A animação do sistema eólico apresenta de forma simples a conversão de energia cinética dos ventos em energia elétrica. A potência do vento é proporcional ao cubo da sua velocidade, indicando que esses parâmetros são importantes

no dimensionamento do projeto de um sistema eólico (Pinho et al., 2008). Essa animação mostra um pequeno sistema eólico composto por um aerogerador com a torre do tipo tubular e turbina de eixo horizontal.

A cartilha eletrônica é um exemplo do que diz Freire (1996), que é necessário um espaço escolar dinâmico e que a composição desse ambiente tenha a noção de que todos são responsáveis pela produção do saber. Um ambiente escolar onde o objetivo é um ensino, não como um ato de transferir conhecimento, esm com a possibilidade de produção ou construção social do aluno. Essa construção social do aluno remete ao senso crítico e de responsabilidade socioambiental, motivador para quem trabalha com energias renováveis.

6. CONCLUSÕES

Dos objetivos principais da elaboração do trabalho, percebe-se que este contribuiu para: disseminação de conhecimentos a respeito de geração de energia com reduzido impacto ambiental, assim como de sua utilização; publicação em revistas e congressos dos diversos estudos desenvolvidos durante a implementação do projeto; acesso local para visualização de diversas demonstrações reais, experimentos e simulações na área de fontes renováveis de energia; contribuição para o aumento do conhecimento científico e tecnológico do público em geral; melhoria na educação; desenvolvimento de programas computacionais interativos sobre o funcionamento e operação de diversos sistemas alternativos para geração de eletricidade, o uso eficiente e racional da energia, e preservação do meio ambiente; disponibilização do projeto como experiência a ser replicada.

Espera-se também a contribuição do presente trabalho para:

- A capacitação contínua de recursos humanos como agentes difusores;
- A melhoria na educação e contribuição para o aumento do conhecimento científico e tecnológico sobre alternativas energéticas, de alunos e professores das escolas de ensino fundamental, médio e técnico;
- O aumento do interesse pelo tema nos diversos setores da sociedade.

REFERÊNCIAS

- Bunge, M, 2000. Energy: Between physics and metaphysics. Science & Education, v. 9, p. 457-461.
- Freire, P., 1996. Pedagogia da autonomia – Saberes Necessários à Prática Educativa, São Paulo: Paz e Terra (Coleção leitura).
- Perrenoud, P, 1995. Ofício de Aluno e Sentido do Trabalho Escolar, Portugal: Porto Editora (Coleção Ciências da Educação).
- Pinho, J.T.; Barbosa, C.F.O.; Pereira, E.J.S.; Souza, H.M.S.; Blasques, L.C.M.; Galhardo, M.A.B. e Macêdo, W.N, 2008. Sistemas Híbridos: Soluções Energéticas para a Amazônia. 1ª Edição, Brasília, Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2012. Resolução Normativa nº 493 de 05 de junho de 2012, disponível em <http://www.aneel.gov.br>.

METHODOLOGY FOR INCLUSION OF CONCEPTS ON RENEWABLE ENERGY AND ENERGY EFFICIENCY IN THE BASIC EDUCATION CURRICULA

Abstract. *This work proposes the development of a methodology to include concepts of renewable energy sources and energy efficiency in the curricula of primary and secondary education, in order to interest children and young people in these issues of fundamental importance, but still little addressed in these levels. As part of this methodology, teaching materials for use in schools, which consist of experiments, educational kits, electronic booklets, pamphlets and educational games were developed, in order to facilitate the practice of teaching. The materials developed are easy to access, understanding and manipulating, portraying the theory and practice in the simplest possible way. The material produced is also aimed at training teachers of elementary and secondary education.*

Key words: *Renewable Energy, Educational Kits, Electronic Brochures, Basic Education.*