

# Educação em energia: fator essencial de mudança comportamental para o uso racional de energia

ENERGY EDUCATION: ESSENTIAL FACTOR OF BEHAVIORAL CHANGE FOR RATIONAL USE OF ENERGY

Antonio Wellington Sales Rios  
Robinson Carlos Teixeira  
Janio Itiro Akamatsu  
Universidade Estadual Paulista  
Faculdade de Engenharia  
Campus de Guaratinguetá

## RESUMO

O desenvolvimento humano está fortemente associado ao uso da energia. Em passado recente as fontes de energia eram vistas como abundantemente disponíveis para as necessidades humanas, e o meio ambiente um grande reservatório, onde os resíduos eram lançados sem aparentes conseqüências. Hoje, a realidade tem mostrado que a disponibilidade de energia, considerando as fontes não renováveis, é limitada e a exploração, o processamento e o uso da energia têm imposto consideráveis impactos ao meio ambiente. Isso tem colocado a energia no centro das discussões e propostas de minimização desses impactos têm sido apresentadas como a conservação de energia e o uso de fontes renováveis de energia. Entretanto, apesar dos esforços de parte da comunidade mundial preocupada com o futuro do planeta, o ritmo das mudanças não tem sido adequado ao necessário, como se constata nas dificuldades de implementação de medidas como as preconizadas na Agenda 21 e no protocolo de Kyoto. Assim os índices de poluição ainda são crescentes. Estudiosos afirmam que será necessário um esforço significativo em educação para desenvolver nas pessoas a consciência sobre as causas e natureza das crises de energia, a percepção do vínculo entre energia e meio ambiente, a necessidade de se promover o desenvolvimento de forma sustentado, a democratização do uso da energia e a dependência vital da humanidade em relação à natureza. Este trabalho discute os problemas relacionados ao uso de fontes renováveis e não renováveis de energia e os aspectos educacionais para uma maior conscientização e mudanças no comportamento das pessoas em relação ao uso de energia.

## PALAVRAS CHAVE

Educação em energia. Uso racional de energia. Desenvolvimento sustentável.

## ABSTRACT

In recent past the sources of energy were seen as abundantly available for the human needs, and the environment a great reservoir, where the residues were thrown without apparent consequences. Today, the reality has been showing that the readiness of energy, considering the sources did not renew, it is limited and the exploration, the processing and the use of the energy have tax considerable impacts to the environment. That has been placing the energy in the center of the discussions and proposals of minimization of those impacts have been presented as the conservation of energy and the use of renewable sources of energy. However, in spite of the efforts of the concerned world community's part with the future of the planet, the rhythm of the changes has not been adapted to the necessary, as it is verified in the difficulties of implementation of measures as extolled them in the Calendar 21 and in the Protocol of Kyoto. The pollution indexes are like this still growing. This work discusses the problems related to the use of renewable sources and you did not renew of energy and the educational aspects for a larger understanding and changes in the people's behavior in relation to the use of energy.

## KEYWORDS

Energy education. Rational use of energy. Sustainable development.

## NOMENCLATURA

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OIE - Oferta Interna de Energia  
ONU - Organização das Nações Unidas  
RES - Renewable Energy Source

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento humano está direta ou indiretamente associado ao uso da energia. Em passado recente as fontes de energia eram vistas como abundantemente disponíveis para as necessidades humanas, entretanto, hoje, a realidade tem mostrado que a disponibilidade de energia, considerando as fontes não renováveis, é limitada e, além disso, a exploração, o processamento e o uso da energia têm imposto consideráveis impactos ao meio ambiente (Dias, 2004).

Mesmo a exploração das fontes renováveis, como a cana de açúcar na produção de álcool, e as hidroelétricas, tem seus impactos ambientais, como os imprevisíveis efeitos das monoculturas intensivas e da formação de grandes lagos para instalação de usinas hidroelétricas (Bermann, 2002).

A equação envolvendo desenvolvimento humano e preservação ambiental não é de simples solução. A idéia de fonte de energia limpa com impacto zero no meio ambiente, é utópica e deve ser entendida como um horizonte a ser perseguido, mas com a consciência de que, conforme a Segunda Lei da Termodinâmica, sistemas de produção e distribuição de energia geram perdas e modificam o ambiente (Dias, 2004). E que, portanto, a idéia do desenvolvimento sustentado é o caminho do menor custo a ser seguido, mas não de custo zero.

As principais maiores barreiras para consecução dos objetivos propostos pela idéia do desenvolvimento sustentado, onde o uso de fontes renováveis de energia tem uma forte contribuição, é a falta de conhecimento e consciência, em todos os níveis da sociedade, dos impactos causados pelo uso indiscriminado de combustíveis fósseis; e muitas vezes, o desinteresse em utilizar tecnologias de fontes renováveis é motivado por questões econômicas e/ou tecnológicas.

Em ambos casos trata-se de uma questão de informação e educação da população como um todo.

## PROBLEMAS RELACIONADOS AO USO DE ENERGIA

Segundo Dincer (1999), a energia deve ser apontada como um dos fatores mais importantes nas discussões do desenvolvimento sustentado.

Bojic (2004), afirma que o mundo tem, atualmen-

te, vários problemas importantes a serem resolvidos: (1) aumento da demanda de energia, (2) forte diminuição das fontes de energia não renováveis, (3) grande poluição ambiental local e global.

Uma questão adicional apontada por Dias (2004), Bermann (2002), e a maioria dos estudiosos é a má distribuição do uso de energia no planeta e mesmo dentro dos próprios países. Embora os recursos energéticos globais sejam patrimônio de toda a humanidade, poucos países (os desenvolvidos) consomem a maior parte desses recursos, muitas vezes de forma não parcimoniosa. Bermann (2002), afirma que "um indivíduo numa economia industrial de mercado consome até 80 vezes mais energia que um habitante rural africano". Isto estabelece um desafio enorme a ser equacionado pela humanidade.

O aumento da demanda de energia é um processo natural e irreversível baseado no crescimento populacional, na busca da melhoria de qualidade de vida das populações, e na democratização da energia.

As fontes de energia não renováveis, notadamente os combustíveis fósseis, são limitadas, e conforme o ritmo de suas explorações em pouco tempo podem desaparecer.

Segundo Dincer (1999), do ponto de vista ambiental a poluição causada pela produção e uso de combustíveis fósseis apresentam três principais efeitos: chuva ácida, diminuição da camada de ozônio, e mudanças climáticas globais. No sentido de equacionar esses problemas algumas iniciativas têm sido articuladas, como a Agenda 21 e o protocolo de Kyoto, que preconizam um modelo de desenvolvimento sustentado onde o equilíbrio entre as necessidades humanas, o uso de energia e o meio ambiente é buscado.

## FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

Segundo Bojic (2004), a minimização dos problemas apontados anteriormente passa pelo uso, em larga escala, de Fontes Renováveis de Energia (RES - Renewable Energy Source). Para implementação efetiva do uso de RES são necessários: a adoção de um sistema de educação em RES intensivo, extensivo e de alta qualidade; pesquisa de excelência em RES; e disseminação e pronto emprego das tecnologias de RES.

As tecnologias de RES baseiam-se na produção de energia comercializável através da conversão dos fenômenos naturais em formas de energia utilizáveis. Assim, utilizam raios solares, força dos ventos, quedas

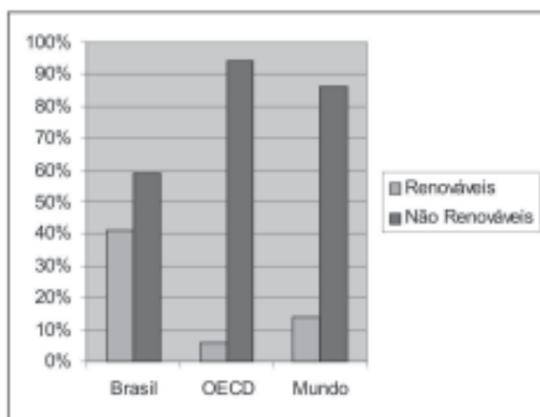


Figura 1. Estrutura da Oferta Interna de Energia.  
Fonte: Balanço Energético Nacional 2003 - MME.

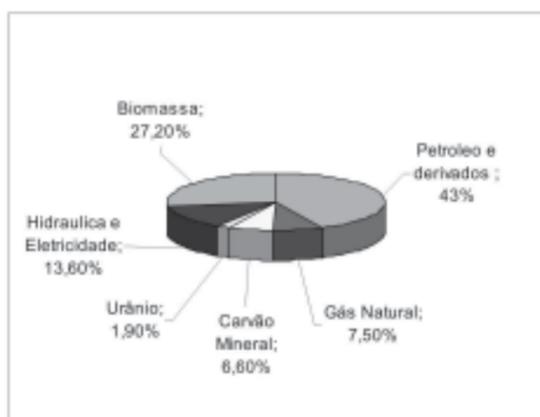


Figura 2. Oferta Interna de Energia - Brasil 2002  
Fonte: Balanço Energético Nacional 2003 - MME.

de água, força das marés, biomassa etc, para produzir energia com baixo impacto ambiental.

Até aqui, analisamos os problemas relacionados à produção e uso de energia sob a ótica da substituição, na matriz energética, de fontes de energia não renováveis por fontes renováveis, com a utilização de tecnologias de RES. Entretanto, uma outra abordagem, tão importante quanto esta ou mais significativa, é o uso dos conceitos de conservação de energia, aqui entendido como uso racional de energia, através do aumento da eficiência dos equipamentos e/ou da mudança de postura dos consumidores adotando hábitos mais conservadores. Para Dincer (1999) "sob a perspectiva econômica, bem como, ambiental, a conservação de energia se mostra mais promissora que as tecnologias de RES, pelo menos no futuro próximo". Afirma ainda, que "em algumas circunstâncias, a forma de menor custo para se produzir uma unidade de energia é conservando-a".

No caso dos países da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) existe um considerável potencial de economia de energia estimado em 30% de todo o consumo (Weber, 1997).

Atualmente no Brasil, embora haja uma tendência de acompanhar o perfil da matriz energética mundial, onde as RES representam 6% nos países da OCDE e 14% no mundo, a situação ainda é privilegiada, conforme mostra a figura 1, com uma participação de 41% de RES na Oferta Interna de Energia (OIE).

A Oferta Interna de Energia no Brasil, conforme mostra a figura 2, apresenta uma participação expressiva de geração hidráulica (13,6%) e grande utilização de biomassa (27,2%), o que em termos de poluição significa uma baixa taxa de emissão de CO<sub>2</sub>, 1,7 tCO<sub>2</sub>/tep, quando comparada com a média mundial que é de 2,36 tCO<sub>2</sub>/tep.

É consenso entre os estudiosos que o uso de combustíveis fósseis tem efeitos nocivos ao meio ambiente e também, que o uso de RES é uma opção possível e viável para minimização desses problemas. A pergunta então é: por que as tecnologias de RES não são amplamente utilizadas? A resposta a essa questão é complexa e passa pela educação e conscientização de toda a sociedade, desde administradores públicos, políticos, engenheiros, estudantes, profissionais liberais, donas de casa, pessoas comuns, etc.

## EDUCAÇÃO E ENERGIA

O fato de durante muito tempo a energia (combustível fóssil) ter sido vista como um bem abundante com grande disponibilidade e baixo custo, e o meio ambiente visto como um grande reservatório onde, os resíduos eram absorvidos sem grandes conseqüências aparentes, levou consumidores a adotarem posturas e hábitos de extravagância com relação ao uso de energia. Energia era tratada como uma "commodity" por profissionais para a satisfação de demandas de consumidores. Como conseqüência direta dessa situação, energia não era uma disciplina separada nos ambientes educacionais. Eram apresentados aos estudantes aspectos relevantes como extração, conversão, transmissão, distribuição e uso de energia como parte de outras disciplinas (Garg, 1999).

As crises do petróleo de 1973 (guerra do Yom Kipur), 1979 (guerra Irã-Iraque), 1991 (guerra do Golfo) e as recentes mudanças climáticas atribuídas à excessiva extração, conversão e uso de energia, têm requerido

que energia seja considerada um tópico muito especial, devendo todas suas dimensões relevantes ser estudadas em detalhes. Daí a necessidade de se estabelecer cursos específicos para tratar de energia.

Conforme Garg (1999), o desenvolvimento e implementação de tais currículos, em diferentes níveis, é tarefa complexa e requer abordagem multidisciplinar com algumas questões importantes a serem observadas:

- " Dimensionamento e avaliação da mão-de-obra requerida no campo da energia;

- " Identificação dos tópicos a serem apresentados aos estudantes de diferentes níveis para fazer frente às exigências das tarefas a serem executadas;

- " Integração de tópicos relevantes do currículo para garantir a abordagem holística da educação em energia;

- " Projetar, desenvolver e implementar cursos especializados em energia para técnicos, mecânicos, engenheiros, etc;

- " Garantir sinergia entre educação ambiental e energia.

Ainda conforme Garg (1999), os objetivos gerais a serem atingidos em qualquer programa de educação em energia, devem contemplar:

- " Desenvolver entre os estudantes consciência sobre as causas e natureza das crises de energia;

- " Informar aos estudantes sobre os vários tipos de fontes não renováveis e renováveis de energia, seus recursos potenciais, tecnologias existentes para aproveitá-las e seus aspectos econômicos, energéticos, sócio-culturais e ambientais;

- " Prover os estudantes da necessária capacidade para aproveitar as várias fontes de energia;

- " Capacitar os estudantes a avaliarem as consequências de políticas públicas relacionadas à energia;

- " Capacitar os estudantes a sugerirem alternativas estratégicas para resolver a crise de energia e também para prover mais energia para melhorar a qualidade de vida das populações dos países em desenvolvimento, bem como, suas economias;

- " Desenvolver nos estudantes a percepção do vínculo entre energia e meio ambiente e capacitá-los a desenvolverem soluções holísticas para garantir a sustentabilidade.

A atenção e o esforço educacionais despendidos, conforme Bojic (2002), não podem ser focados exclusivamente na população atual de estudantes. Equipamentos de RES estão sendo introduzidos em opera-

ção, e pessoas que já atuam no mercado de trabalho precisam ser treinadas para mantê-los e repará-los. Planejadores e formuladores de políticas públicas, trabalhadores de campo, trabalhadores da indústria e do comércio, agricultores, empreendedores, todos necessitam de treinamento apropriado para auxiliá-los na tomada de decisão compatível com a política energética nacional atual e futura. (Berkoski, 1997).

Resumidamente, a educação em Engenharia pode ser concebida como tendo objetivos de longo e curto prazos, ambos importantes. Os objetivos de longo prazo envolvem o desenvolvimento de mão-de-obra com formação e habilidades, incluindo: especialistas em todos os níveis e em todas as áreas da Engenharia; e generalistas, cuja educação contemple informações e análises de como as novas tecnologias figurarão nas áreas que pretendem atuar no futuro. Os objetivos de curto prazo envolvem a reeducação de especialistas da atual força de trabalho, incluindo, formuladores de políticas públicas, planejadores, educadores, técnicos, trabalhadores de campo, industriários, comerciários, agricultores e outros profissionais e não-profissionais. Para atingir estes objetivos são necessárias muitas diferentes formas de esforço educacional (Berkoski, 1997).

## CONCLUSÕES

O mundo passa por um processo de transição caracterizado pela tomada de consciência, por uma parte da população, dos problemas relacionados à extração, conversão, transmissão, distribuição e uso de energia. A bem pouco tempo atrás a humanidade não tinha uma visão muito clara das limitações das reservas e dos efeitos ocasionados pelo uso exagerado dos combustíveis fósseis. Hoje, com as confirmações científicas e as evidências visuais das mudanças climáticas, aquecimento global, chuva ácida, destruição da camada de ozônio e escassez de energia, a humanidade se organiza para enfrentar tais problemas. O emprego dos conceitos de conservação de energia desempenha papel importantíssimo nesse processo, como também a adoção das tecnologias de RES, buscando-se o desenvolvimento sustentado que garantirá que o uso dos recursos naturais para a satisfação das necessidades do presente não comprometerão os recursos necessários para a satisfação das gerações futuras.

Nesse processo de transição de um estado de grande consumo de combustível fóssil para um estado de menor consumo através da conservação de energia e da substituição de fontes de energia não renováveis

por fontes renováveis como: solar, eólica, biomassa sustentável, marés etc, é de vital importância: (1) a introdução de novas tecnologias, (2) o aperfeiçoamento de equipamentos, e (3) mudanças de hábitos. De certa maneira os três objetivos estão relacionados a mudanças de comportamento e, portanto, envolve questões no campo da psicologia, o que enseja uma abordagem multidisciplinar que serão conseguidos através de significativos esforços educacionais de curto e longo prazos.

#### REFERÊNCIAS

Bahattacharya, S.C., 2001. Renewable energy education at university level. *Renewable Energy* 22, 91-97.

Berkovski, B. Strengthening human resources for new and renewable energy technologies of the 21st century. 1997. *Renewable Energy*, vol. 10 Nº 2/3 441-450.

Bermann, C. *Energia no Brasil: Para quê? Para quem?* São Paulo, Editora Livraria da Física, 2002.

Bojic, M., 2004. Education and training in renewable energy sources in Serbia and Montenegro. *Renewable Energy* 29, 1631-1642.

Brasil. Ministério de Minas e Energia (MME). *Balanco Energético 2003 - ano base 2002*. Disponível na World Wide Web em <http://mme.gov.br>.

Dias, R.A. *Desenvolvimento de um modelo educacional para a conservação de energia*. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.

Dias, R.A., Mattos, C.R., Balestieri, J.A.P., 2004. Energy Education: breaking up the rational energy use barriers. *Energy Policy* 32, 1339-1347.

Dias, R.A., Mattos, C.R., Balestieri, J.A.P., 2004. The limits of human development and the use of energy and natural resources. *Energy Policy* "in press"

Dincer, I. 1999. Environmental impacts of energy. *Energy Policy* 27, 845-854.

Kandpal, T.C., Garg, H.P., 1999. Energy education. *Applied Energy* 64, 71-78.

Kandpal, T.C., Garg, H.P., 1999. Renewable energy education for technicians/mechanics. *Renewable Energy* 16, 1220-1224.

Lund, C.P., Jennings, P.J., 2001. The potential, practice and challenges of tertiary renewable energy education on the World Wide Web. *Renewable Energy* 22, 119-125.

Ngowi, A.B. Creating Competitive advantage by using environment-friendly building processes. 2001. *Building and Environment* 36, 291-298.

O'Mara, K.L., Jennings, P.J., 2001. Innovative renewable energy education using the World Wide Web. *Renewable Energy* 22, 135-141.

Weber, L. 1997. Viewpoint - some reflections on barriers to efficient use of energy. *Energy Policy* 25, 833-835.

Yim, M., Vaganov, P.A., 2003. Effects of education on nuclear risk perception and attitude: Theory. *Progress in Nuclear Energy*, vol 42, nº 2, 221-235.