

RUMOS PARA A SUSTENTABILIDADE: I. ENERGIAS ALTERNATIVAS

DIRECTIONS FOR SUSTAINABILITY: I. ALTERNATIVE ENERGY

Marta S. M. Mantovani, **Carlos Rossatti, *Raquel Glezer*

RESUMO

Nas últimas décadas, a grande preocupação com o futuro do planeta Terra, sua sustentabilidade e a conservação da vida humana e das várias espécies, tem provocado variadas discussões e propostas de mudanças sociais e econômicas. Como principal vilã dessa história, foi eleita a intensa e contínua emissão de gases (principalmente CO₂) derivada da crescente necessidade de energia pelos diversos segmentos sociais. Como retroagir no tempo para recuperar o equilíbrio da natureza sem abrir mão das tecnologias que melhoraram a qualidade de vida da maioria das populações no último século? Como estancar a fúria da natureza provocada pelas mudanças climáticas? As respostas encontram-se na colaboração após a conscientização de cada indivíduo através da informação simples e clara dos fenômenos envolvidos e das tecnologias já disponíveis e a serem desenvolvidas. Neste intuito, o Parque CienTec criou peças de exposição em escala real e promove atividades monitoradas sobre o tipo e uso de energias alternativas, de forma interativa e lúdica, para todas as idades e formações. Após um breve histórico, apresentam-se a seguir algumas alternativas e a forma de colocá-las em prática. O presente trabalho é parte de um projeto maior que envolve ciências biológicas e atividades sociais.

Palavras-chave: Energias alternativas. Aquecimento global. Ações antropogênicas.

ABSTRACT

Concern with the future of planet Earth, its sustainability and conservation of life (both human and of the several species) has resulted in several debates and socioeconomic changes in the past decades. The ongoing and systematic gas emission (especially CO₂) arising out of the growing need for energy for the many social sectors has been blamed as the main villain in this story. Is it possible to go back in time and recover nature's balance without giving up the technologies that improved the quality of life of most people in the past century? How can we control nature's fury, consequence of the many climate changes? Answers are to be found in collaboration, once the awareness of each individual is raised via simple and clear information concerning the phenomena involved, the technology available and to be developed. In view of the above, Parque CienTec, the Science and Technology Park of the University of São Paulo, created exhibits in scale and promotes monitored activities on the type and use of the alternative energies and how to put them into practice. This study is part of a larger project involving biological sciences and social activities.

Key words: Alternative energies. Global warming. Anthropogenic actions.

* Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo, Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo (Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária) – Av. Miguel Stefano, 4.200 – 04301-904 – São Paulo-SP – e-mail: msmanto@usp.br. ** IAG-USP – e-mail: rossatti@gmail.com. *** IAG-USP e Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da USP – e-mail: raglezer@usp.br.

INTRODUÇÃO

BREVE HISTÓRICO

Até o século XIX o uso de materiais combustíveis se limitava ao cotidiano de unidades familiares para fins de alimentação e aquecimento, para fabricação de artefatos bélicos ou confecção de objetos de uso comum, jóias e adornos, em escala artesanal e que requeriam produção de calor para a fundição de metais. Essas atividades, mais intensas no hemisfério norte, em que se encontravam as civilizações mais desenvolvidas tecnologicamente, produziavam emissões de carbono em quantidades desprezíveis em face da dimensão do planeta e de sua atmosfera.

O desenvolvimento industrial impulsionou o uso cada vez mais acelerado dos recursos energéticos naturais, seguindo uma tendência exponencial. Inicialmente, o homem começou a interferir no equilíbrio e na evolução natural do planeta, ainda em microescala, com a intensificação da queima de madeira, dizimando florestas de árvores centenárias que, além de constituírem depósitos de carbono natural, serviam como extratoras do carbono da atmosfera e como estímulo para o crescimento vegetal.

À derrubada das matas foi se adicionando a extração do carvão de minas subterrâneas para suprir as necessidades energéticas, reservando utilizações mais nobres para a madeira de lei. Conforme a indústria evoluía e se expandia, o homem não se deu conta de que estava afetando o curso normal da natureza.

Enquanto a interferência antrópica ainda se resumia a uma pequena parcela da superfície continental, o planeta reagia a essa “provocação” reequilibrando-se através de processos naturais e bioenergéticos – o que acontece, por exemplo, com a queima de carvão vegetal que é compensada pelo crescimento mais rápido de algumas espécies vegetais. Nessa escala, seria ainda uma arrogância julgar que as atividades antrópicas sobrepujassem os fenômenos naturais a exemplo da emissão de gases e partículas por erupções vulcânicas.

Casos extremos como o da erupção do Monte Tambora (Indonésia), ocorrido em 1815, dez vezes maior do que a do Krakatoa (Indonésia) em 1883 e 100 vezes maior daquela do Vesúvio (Itália) em 79 d.C. e do Monte Santa Helena (EUA) em 1981, provocou o fenômeno conhecido como “inverno vulcânico”, ou seja, no ano seguinte à erupção o verão praticamente inexistiu, provocando problemas econômicos

e sociais pela destruição das plantações. O fenômeno ocorreu devido à emissão de grandes volumes de gases e presença das partículas expelidas e incorporadas à atmosfera que impediram parcialmente a penetração da radiação solar. Efeito semelhante foi observado na do Monte Pinatubo (Filipinas) em 1991.

O mesmo ocorreu recentemente no vulcão Monte Redoubt, localizado a menos de 200 km de Anchorage (capital do Alaska, nos Estados Unidos), que, na madrugada do dia 23 de março de 2009, entrou quatro vezes em erupção e expeliu uma coluna de fumaça de mais de 15 km de altura, além de cinzas e poeira fina, após ter permanecido em repouso por cerca de 20 anos. Sua erupção anterior durara quatro meses, entre 1989 e 1990.

Apenas a título de referência, a erupção de Tambora expeliu mais de 1.000 kg de SO_4 , o que provocou uma queda média de temperatura de aproximadamente $0,55^\circ C$, com valores entre 1 e $2^\circ C$ na Europa Central e Ocidental, e um aumento sensível da pluviosidade nos quatro anos que se seguiram da erupção. Uma fração de 40% dos 140 bilhões de toneladas de magma gerou uma nuvem de cinzas que atingiu 43 km de altura, e 40% do material expelido quente e particulado foi injetado na atmosfera. Note-se que no exemplo apresentado houve uma queda da temperatura global devido ao tipo de gases expelidos e da altitude e distribuição do material particulado.

Fenômenos como os descritos ocorrem isoladamente, em intervalos de tempo historicamente mensuráveis, dissipando-se aos poucos, contrariamente ao acúmulo gradativo e crescente de intervenções antrópicas continuadas. Note-se também que tais eventos mais catastróficos são menos frequentes.

AÇÕES ANTRÓPICAS NO AQUECIMENTO GLOBAL

O advento da era industrial estimulou a busca de fontes de alto poder calórico e de abastecimento contínuo para se somar ao uso do carvão mineral. Essa busca foi impelida pela difusão e intenso uso da máquina a vapor entre 1790 e 1813, e exacerbada pela necessidade de iluminação artificial, assim como para o funcionamento de novos engenhos [3]. O gás urbano (ou de hulha), além de caro, não era o mais adequado para o funcionamento de máquinas mecânicas ou a vapor, e somente em meados do século XIX o processo de refino do querosene extraído do carvão mineral, desenvolvido por Abraham Gesner, atingiu a qualidade

exigida. Esse mesmo processo foi aplicado na refinação do petróleo, que se tornou, até hoje, o principal produto energético do qual são extraídos vários combustíveis utilizados em diversas atividades.

A descoberta de grandes reservas de petróleo na segunda metade do século passado mudou o panorama de consumo energético no planeta. Com a estatização e o crescimento das várias empresas petrolíferas, a produção dos hidrocarbonetos foi aumentando, de forma que em 1970 a produção terrestre era de 13,9 bilhões barris/ano, enquanto a produção marítima chegava a 2,7 bilhões barris/ano. Na metade da década de 1990 a produção terrestre mantinha-se no patamar de 15 bilhões barris/ano, a produção *offshore* continuou crescendo, chegando a nove bilhões barris/ano em 2003 [5].

A grande corrida ao petróleo resultou em vantagens e desvantagens. No primeiro caso, impulsionou o desenvolvimento industrial que permitiu uma melhor qualidade de vida para grande parte da população, acelerando a comunicação, os meios de transporte, e fornecendo as condições necessárias para o estudo dos fenômenos naturais, a elaboração de novas vacinas, de técnicas cirúrgicas, de edificação, de exploração do espaço, etc. No segundo, a queima de combustíveis fósseis injeta dióxido de carbono na atmosfera, além de partículas suspensas que contribuem com a poluição atmosférica, tão nociva para a saúde da população e principal responsável pelo componente das mudanças climáticas atribuídas ao efeito estufa.

ALGUMAS ALTERNATIVAS

A engenhosidade humana desenvolveu diferentes métodos para a produção de energia, aproveitando-se dos fenômenos naturais de forma a facilitar suas tarefas. A primeira faísca que produziu o fogo utilizou o princípio do calor liberado por atrito; o vento movia as pás dos moinhos na produção de farinha e posteriormente as embarcações; no vale termal de Wakarewarewa (Nova Zelândia) os Maoris cozinhavam suas refeições e se banhavam em águas quentes das regiões vulcânicas ativas; as cachoeiras também moviam moinhos e outros engenhos. Como progressos, foram desenvolvidas novas tecnologias que permitiram aperfeiçoar o emprego de fontes inesgotáveis que formam um grupo de energias alternativas ao hidrocarboneto. Em escala industrial, as metodologias correntes utilizam o dínamo, um aparelho que gera corrente contínua convertendo energia mecânica em elétrica, através

de indução eletromagnética. Por sua vez, a energia mecânica para a produção de energia elétrica pode ser obtida também de fontes calóricas utilizando o princípio que deu origem à máquina a vapor (locomotiva).

De forma rápida são apresentadas algumas das energias alternativas inesgotáveis e suas possíveis aplicações. Os equipamentos que permitem a utilização das energias alternativas foram desenvolvidos especialmente para o projeto e são apreciadas em visitas monitoradas no Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo (Parque CienTec), os quais utilizam experimentos em escala real [4].

MATERIAIS E MÉTODOS

A) ENERGIA EÓLICA

Acredita-se que a energia eólica já era utilizada na China (por volta de 2000 a.C.) e na Babilônia (1700 a.C.) há cerca de 4.000 anos para fins de irrigação. Na Europa sua introdução ocorreu há 900 anos. Durante os séculos XVII a XIX, o uso de moinhos de vento, na Holanda, teve sua maior aplicação na drenagem de terras cobertas pelas águas. Em meados do século XIX havia na Europa mais de 23.000 moinhos em funcionamento para diversos fins. Em 1968 a Alemanha operou um aero gerador construído com grandes inovações tecnológicas.

O Parque CienTec dispõe de um gerador eólico que permite entender como esse dispositivo pode ser utilizado na conversão de energia mecânica, produzida pela ação do vento nas pás, em energia elétrica. Essa conversão de energia é realizada com a utilização de um dínamo (gerador elétrico) acoplado às hélices. Como a energia dos ventos no local não é suficiente para produzir energia elétrica capaz de acender os dispositivos que estão na base da torre, foi posicionado um ventilador frontal, como mostra a figura 1. Assim, podemos simular situações de locais que têm um grande potencial eólico, e o visitante perceberá que não é em qualquer local que é possível explorar a energia do vento.

Nos geradores comerciais utiliza-se uma caixa de redução para potencializar (compensar) a rotação lenta das pás do gerador eólico, aproveitando dessa forma o grande torque imposto pelas hélices; além disso, esse dispositivo pode girar livremente sobre a base de sua torre, o que possibilita mudar sua posição conforme a direção do vento (Figura 1)

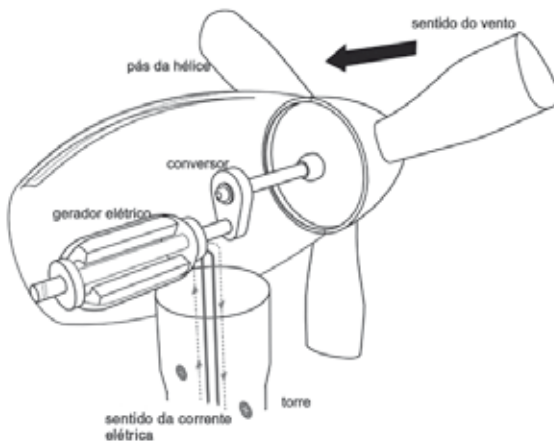


Figura 1 – Gerador eólico instalado no Parque CienTec.

B) ENERGIA HIDROELÉTRICA

Desde a antiga Grécia (2000 anos atrás) era utilizada a roda d'água para a produção de energia mecânica e, há mais de um século, para a produção de energia elétrica. A potência hidroelétrica converte a energia de uma corrente que flui de um ponto mais elevado para outro mais baixo, fazendo girar turbinas hidráulicas que geram a eletricidade. O mesmo princípio pode ser utilizado no aproveitamento das ondas de maré.

Dentre os países que usam essa forma de se obter energia, o Brasil é o terceiro maior consumidor, ficando atrás apenas do Canadá e dos Estados Unidos.

No Parque CienTec esse princípio de transformação de energia é demonstrado com a utilização de uma roda d'água. Ela transforma a energia potencial gravitacional da água em energia elétrica tal como em uma usina de verdade. Nesse experimento, a água canalizada é direcionada para a roda fazendo-a girar. A roda está acoplada, através de correias, a um dínamo que gira com o conjunto produzindo energia elétrica (Figura 2). A água utilizada para o seu funcionamento é recolhida em uma caixa d'água, onde é filtrada e reaproveitada e a energia elétrica produzida é utilizada para acionar lâmpadas e pequenos ventiladores que ficam localizados em uma estação coberta ao lado da roda d'água.

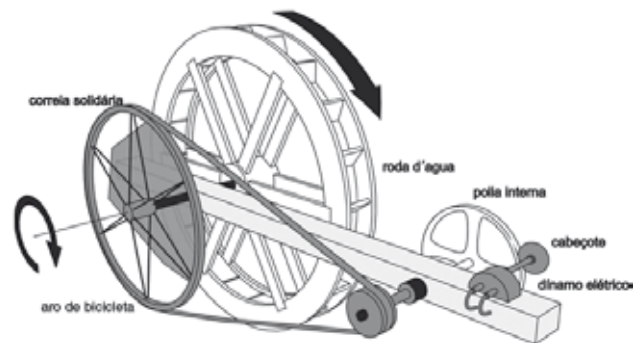


Figura 2 – Roda d'água

Para a melhor compreensão acerca da produção de eletricidade em grande escala em usinas hidroelétricas, os visitantes têm a disposição uma maquete (Figura 3) que mostra os principais elementos envolvidos na sua construção, tendo suas funcionalidades explicadas pelos monitores da atividade.

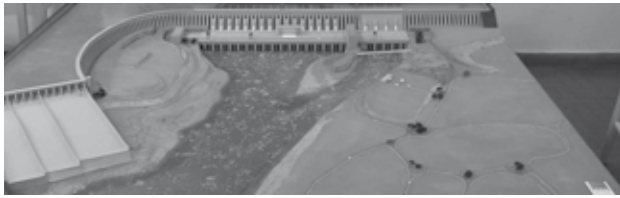


Figura 3 - Maquete da usina hidroelétrica de Itaipu.

C) ENERGIA MECÂNICA

Outro exemplo presente nessa atividade do CienTec é a bicicleta geradora de energia. Ela utiliza o mesmo princípio da roda d'água e do gerador eólico, mas quem produz a energia mecânica é a força muscular do participante que, ao pedalar, percebe como é difícil ou “cansativo” gerar energia elétrica. Nesse experimento, a correia da bicicleta está acoplada a uma caixa de redução que transmite o movimento a um dínamo, gerando assim a energia elétrica necessária para acender as lâmpadas que estão dispostas em um painel localizado em frente à bicicleta (Figura 4).

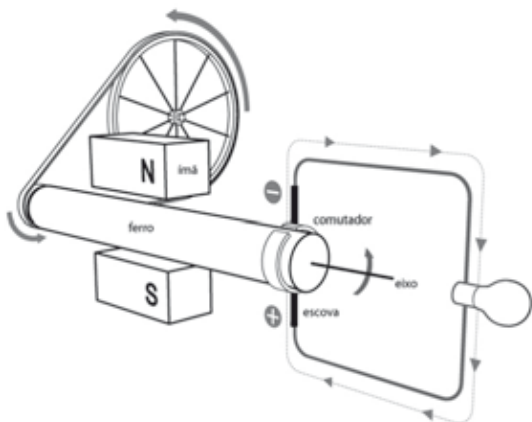


Figura 4 - Bicicleta geradora.

Todos os sistemas descritos anteriormente utilizam um sistema comum de transformação da energia mecânica em energia elétrica, o princípio da indução, também conhecido como lei de Faraday.

Em 1831 Faraday e Henry descobriram, independentemente, que a corrente elétrica pode ser produzida em um fio ao mover um ímã para dentro ou para fora das espiras de uma bobina. A voltagem é causada ou induzida pelo movimento relativo entre um fio condutor e um campo magnético. Essa indução ocorre quando um campo magnético de um ímã se move próximo a um condutor estacionário, ou quando o condutor se move em um campo magnético estacionário.

A voltagem induzida em uma bobina é proporcional ao produto do número de espiras pela taxa com a qual o campo magnético varia no interior das espiras. Uma corrente também é induzida quando uma bobina é agitada nas proximidades de um ímã permanente ou quando se faz girar uma bobina submetida a um campo magnético fixo. Esse último é o princípio do gerador, que converte energia mecânica em energia elétrica [2].

D) ENERGIA SOLAR

Qualquer tipo de captação de energia térmica proveniente da energia luminosa (do Sol, por exemplo), e posterior transformação dessa energia captada em alguma forma utilizável pelo homem é denominada de “energia solar”.

O aquecimento direto de fluidos é feito através de coletores ou concentradores solares. Os coletores solares são mais usados em aplicações residenciais e comerciais para o aquecimento de água. A energia elétrica pode também ser diretamente obtida da radiação solar incidente sobre materiais semicondutores devido ao efeito termoeletrônico e ao fotovoltaico. No termoeletrônico é criada uma diferença de potencial provocada pela junção de dois metais em condições específicas. No fotovoltaico, os fótons da luz solar são convertidos em energia elétrica através de células solares.

Por se tratar de uma tecnologia ainda nova, atualmente os processos mais utilizados são o aquecimento de água por coletores solares e a geração fotovoltaica de energia elétrica com painéis solares. Esses dois princípios de conversão de energia utilizando radiação solar são observados no Parque CienTec através de dois experimentos: Aquecimento Solar e Painel de Energia.

D.1) AQUECIMENTO SOLAR

Nesse sistema a energia solar é captada por um painel coletor. A energia captada é transferida por condução para uma tubulação de cobre (serpentina) contendo água fria proveniente do reservatório, que possui dois compartimentos: um inferior, com água fria, e o superior, com a água aquecida pela serpentina. A água que é aquecida na serpentina torna-se menos densa e se desloca pela tubulação até o reservatório por um processo conhecido como correntes de convecção. Quando o fluido é aquecido por baixo, as moléculas do líquido que estão no fundo passam a mover-se mais rapidamente, afastando-se mais, em média, umas das outras, tornando menos denso o material, de maneira que surge uma força de empuxo que empurra o fluido para cima. O fluido mais frio e mais denso, então, move-se de modo a ocupar o lugar do fluido agora mais quente do fundo. Dessa maneira, as correntes de convecção mantêm o fluido em circulação enquanto ele esquenta (Figura 5) – o fluido mais aquecido afasta-se da fonte de calor e o fluido mais frio move-se em direção à fonte de calor [2].

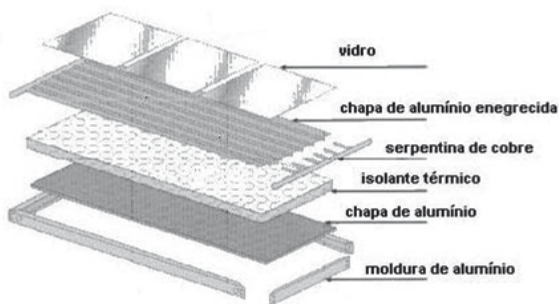


Figura 5 - Esquema de um coletor solar.

Nesse aparelho a água aquecida é armazenada em um reservatório e é utilizada para demonstração aos visitantes através de uma pia alimentada pelo sistema (Figura 6).

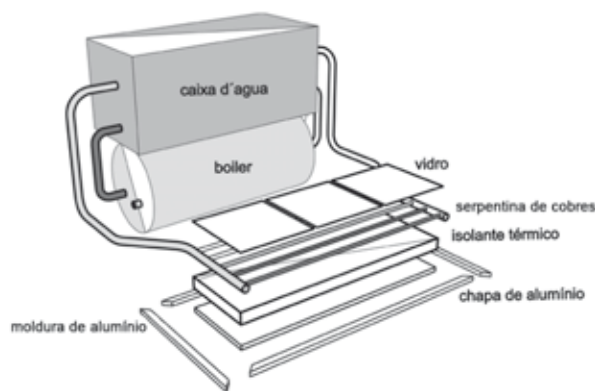


Figura 6 – Aquecimento solar

D.2) PAINEL DE ENERGIA SOLAR

Nesse experimento ao ar livre, o visitante do Parque CienTec pode observar a conversão da energia solar em energia elétrica, uma das grandes promessas de energia limpa para o futuro. A energia luminosa é captada pela célula fotovoltaica e a energia elétrica produzida é utilizada por uma bomba, fazendo o chafariz funcionar (Figura 7). Em visitas monitoradas os visitantes são incentivados a cobrir uma parte da célula, observando a redução de altura do jato no chafariz, mostrando que a energia produzida é proporcional à área da placa irradiada.



Figura 7 - Fonte Solar.

A célula solar é constituída por duas camadas de semicondutores, uma de tipo **p** e outra de tipo **n**, que juntas formam uma “junção p-n”. Esta interface (p-n) induz um campo elétrico através da junção. Quando fótons são absorvidos pelo semicondutor, sua energia é transferida para os elétrons, que são, então, capazes de se mover sobre o material. Para cada uma dessas cargas negativas é criada uma carga positiva móvel, denominada “buraco”. Em um semicondutor genérico, esses elétrons e buracos se recombinam após um curto espaço de tempo e sua energia é desperdiçada na forma de calor.

Em uma célula solar, no entanto, os elétrons e buracos perto da junção p-n são varridos em direções opostas pela ação do campo elétrico, enquanto outras migram para a junção para substituí-las. Esta separação de carga induz uma tensão em todo o dispositivo. Ao ligar o dispositivo a um circuito externo, os elétrons percorrem esse caminho formando uma corrente que por sua vez gera eletricidade (Figura 8).

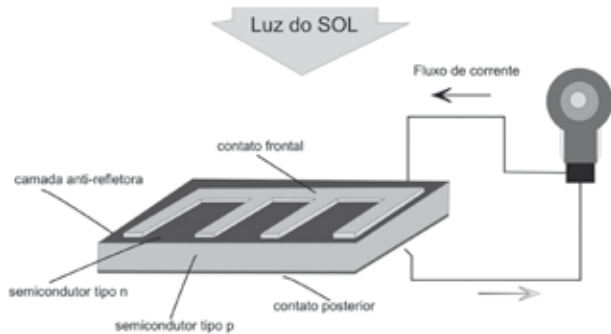


Figura 8 - Esquema de uma célula fotovoltaica.

E) BATERIA

No CienTec há um carro elétrico de uso interno para o deslocamento de visitantes com necessidades especiais. Esse tipo de veículo é muito utilizado em campos de golfe e atualmente tem sido utilizado também para diversas outras aplicações (Figuras 9 e 10).



Figura 9 - Carro elétrico utilizado no CienTec.



Figura 10 - Área de circulação do veículo.

No CienTec, a forma de transformação de energia nuclear e geotérmica não estão disponíveis ainda para demonstração.

Outras formas de energia como biocombustíveis, fusão nuclear controlada, célula combustível de hidrogênio, entre outras, são tecnologias de energias alternativas ainda em desenvolvimento.

Os biocombustíveis já estão sendo empregados em grande escala no Brasil, com destaque para o Biodiesel e o Álcool Combustível (etanol).

F) ÁLCOOL

O álcool não interfere no ciclo biogeoquímico do CO₂, pois é lançado na atmosfera e fixado

novamente pela plantação da cana-de-açúcar. Enxofre, Nitrogênio, Fósforo e Potássio são os principais constituintes, que acabam tendo um saldo positivo, sendo que o mais relevante é o nitrogênio, que afeta o ambiente em escala local [1].

Entretanto, poucos conhecem o fato de que o etanol não é 100% limpo, bem como todas as outras formas de energia que utilizamos, as quais, de uma forma ou outra, geram algum impacto ambiental.

No Parque CienTec os visitantes são convidados a refletir sobre a importância dessas fontes de energia, sua produção e utilização e o progresso e bem estar que trazem para nossa sociedade. Ressaltamos, de forma sistemática, que o fundamental para o uso de qualquer tipo de recurso ou energia que se utilize, sempre, sem exceção, devem ser utilizadas de forma consciente.

G) CÉLULAS A COMBUSTÍVEL

A célula a combustível mais conhecida utiliza hidrogênio como combustível, sendo a água o produto final de sua combustão. Esse tipo de célula é utilizado nos programas espaciais, aliando a sua alta eficiência energética com a produção de água para o consumo dos astronautas.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Foram muitas as manchetes veiculadas nos últimos anos a respeito do aquecimento global e seus possíveis efeitos devastadores em nosso planeta. Para citar apenas dois: (a) o degelo das calotas polares resultaria em uma elevação do nível médio dos mares, reduzindo o espaço “habitável” de diversas populações, especialmente dos habitantes de ilhas e áreas litorâneas; (b) a extinção de biomas devido à elevação de temperatura em seus habitats. Essas seriam duas das consequências catastróficas atribuídas à maciça injeção de dióxido de carbono, resultante da utilização de hidrocarbonetos na atmosfera durante o decorrer do século XX, especialmente em suas últimas décadas.

Outro ponto a ser considerado é que, por se tratar de uma fonte de energia esgotável, se não criarmos as alternativas de uso antes de se acabarem as reservas de hidrocarbonetos, a humanidade se defrontará com um colapso energético, que se somará às consequências catastróficas do efeito estufa.

A título de quantificação, os resultados apresentados num relatório do Earth Policy Institute (ONG americana que monitora as emissões de carbono no planeta) veiculados pelo periódico O Globo (em 10/04/2008), comparam os 8,38 bilhões de toneladas de CO₂ resultantes da queima de combustível fóssil em 2006 com as emissões 20% menores em 2000. Esse crescimento supera de 10 vezes a estimativa apresentada para o período de 10 anos a partir de 2000, prevista pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas da ONU (IPCC) como sendo de 2,3%.

Dos cinco países responsáveis por 50% das emissões globais de CO₂ por combustíveis fósseis, a China e a Índia apresentaram os maiores aumentos como consequência de sua rápida industrialização e crescimento econômico. Isso revela que a aceleração das emissões de CO₂ é maior para os países em desenvolvimento, o que se traduz em um alarme para a geração que será responsável pelo desenvolvimento do país.

A informação e implementação das novas tecnologias que utilizam os princípios físicos aplicáveis às fontes de energia inesgotáveis é certamente o ponto de partida para mitigar, visto que não é possível solucionar em curto prazo, as consequências já anunciadas.

A distribuição geográfica, as características climáticas de cada núcleo populacional e seu estágio de desenvolvimento são os pontos de partida para a seleção das diversas tecnologias a serem implantadas para atender as suas necessidades. Por exemplo, em regiões com grande exposição solar e pobre infraestrutura elétrica, os painéis solares constituem uma solução limpa e imediata. Em regiões localizadas em áreas ensolaradas já favorecidas pela existência de potencial hidroelétrico, a economia pode ser feita no aquecimento da água por coletores solares. Em áreas costeiras nas quais o vento sopra constantemente, a energia eólica se sobressai entre as eletivas. Vilarejos em áreas vulcânicas isoladas podem se beneficiar da energia geotérmica aliada a outras modalidades. Finalmente, centrais nucleares provaram ser eficientes e importantes nos locais em que os outros recursos energéticos são escassos; entretanto, o descarte de seus resíduos encontra-se ainda em fase experimental. Óleos vegetais e álcool, entre outros, poderão substituir os combustíveis dos veículos com motores a explosão, ou até mesmo em usinas.

Ao invés do uso coletivo, o abastecimento energético individual poderá ser a melhor solução para pequenos e esparsos vilarejos, ilhas, locais montanhosos,

remotos ou de difícil acesso. Uma vez que a eficiência de cada metodologia depende das condições naturais do local em que será implantada (exposição solar, vento, cursos d'água etc.), a escolha dos sistemas a serem utilizados deverá se basear no conhecimento científico dos princípios que regem cada uma delas.

Considerando que a informação técnica deve ser acompanhada do conhecimento científico dos fenômenos físicos envolvidos, no Parque de Ciência e Tecnologia está aberto para a visita da exposição de energias alternativas, atualmente com cinco peças em escala real que mostram a conversão das energias mecânica, hidráulica, eólica e solar em elétrica, e o aquecedor solar. Disponibiliza também maquetes e um roteiro virtual com questões e problemas sobre o tema (Figura 11). As visitas são acompanhadas por estagiários treinados para responder questões sobre o tema, e que desenvolvem pesquisa no nível de iniciação científica na área de formação ou correlata. Com essas atividades, o Parque CienTec busca promover a conscientização de cada indivíduo através da informação simples e clara dos fenômenos envolvidos e das tecnologias já disponíveis e a serem desenvolvidas.



Figura 11 - Capa do experimento virtual sobre energia.

De janeiro de 2006, quando a exposição foi aberta ao público, a junho de 2009 o Parque CienTec recebeu 43.512 visitantes, sendo 11.041 estudantes do Ensino Fundamental I; 17.918 Estudantes do Ensino Fundamental II; 3.068 do Ensino Médio. Recebeu ainda 1.536 estudantes do Ensino Superior; 2.593 professores das redes pública e privada; 7.357 adultos e grupos isolados em geral (Figura 13). A ampla procura por esta atividade atesta o sucesso do projeto.



Figura 12 - Grupo de adultos pedalando a bicicleta que transforma a energia mecânica em elétrica.

O conjunto de experimentos sobre Energias Alternativas é parte do bloco de atividades voltadas para a educação ambiental, sustentabilidade e cidadania.

AGRADECIMENTOS

A colaboração dos funcionários e estagiários do Parque CienTec na preparação e apresentação dos experimentos foi e é imprescindível para o sucesso do projeto. Agradecemos ao Prof. Silvio Pélico pela elaboração dos infográficos. O projeto foi financiado pelo CNPq (Proc. Nº402160/2003-7: "Fontes de energias alternativas") e VITAE (Projeto D-13594/1-2004: "Parque de Ciência e Tecnologia").

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CARDOSO, A. A.; MELLO DIAS, C. de; PEREIRA, E. A. Biocombustível, o mito do combustível limpo. *Química Nova na Escola*, v. 28, maio 2008, p. 9-14.
- [2] HEWITT, P. G. *Física Conceitual*. Porto Alegre: Editora Bookman, 2002.
- [3] HOBSBAWM, E. *Era dos extremos: o breve século XX, 1914-1991*. Trad. Marcos Santarrita. São Paulo: Companhia das Letras, 2003.
- [4] MANTOVANI, M. S. M., MASSAMBANI, O. *Ciência e*

Tecnologia no Parque. São Paulo: Edusp, 2004, p. 136.

- [5] PEREIRA ARAGÃO, A. **Estimativa da contribuição do setor petróleo ao produto interno bruto brasileiro: 1955/2004.** Tese (Doutorado) Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2005.