

# Limitações e potenciais energéticos

André de Araújo Abílio\*  
Rafael da Silva Sanchez\*\*  
Raísa Oliveira Salgado\*\*\*

---

## Resumo

No contexto global de hoje, procura-se conciliar as necessidades humanas com o equilíbrio ecológico. Para tal, vem sendo pesquisado novas formas de energia ditas limpas e renováveis para substituir as atuais, finitas e poluidoras. Dessa forma é necessário estabelecer um parâmetro produtivo adequado para cada região, visando maximizar seus potenciais energéticos para que nenhuma parcela do planeta fique limitada ou dependente de apenas uma fonte energética, de modo que tais meios de energia assumam relações, não independentes, mas complementares entre si.

**Palavras-chave:** Energia. Potenciais. Complementares.

---

## Introdução

As fontes de energia sempre foram a base para o desenvolvimento tecnológico, já que é por intermédio delas que podem ser feitos os processos já corriqueiros, do dia a dia, de acender a lâmpada da cozinha, até ligar o carro. Procedimentos que levaram muito tempo para serem desenvolvidos e que hoje são imprescindíveis na vida diária. Ou mesmo nos processos em grande escala, como por exemplo, na produção das roupas que a população usa ou na síntese do próprio combustível necessário para locomover o carro.

No entanto, a demanda é muito grande e para supri-la é necessário variadas e vastas fontes de energia. Atualmente, o petróleo é o principal e mais empregado meio de sustento energético do planeta. Contudo, por ser uma substância finita, sua intensa utilização vem escasseando suas reservas no planeta, além do que, a queima de seus produtos, que servem como combustível para os automóveis, emana uma série de gases nocivos ao ambiente.

Com o objetivo de diminuir a emissão de poluentes na atmosfera e possuir um meio de energia renovável que não tenha o inconveniente de acabar, estão sendo pesquisadas e empregadas uma série de energias alternativas ditas renováveis e/ou limpas. Entretanto, para que sejam utilizadas adequadamente é preciso que cada região estipule suas potencialidades energéticas, pois não adianta utilizar a energia eólica que não causa emissão de gases tóxicos em um local que não tenha correntes

de vento, por exemplo. Por isso é necessário que cada região utilize sim energias alternativas, mas aquelas que se adéquem ao seu potencial local.

Levando em consideração o território brasileiro, é possível enumerar variadas fontes de energia que se enquadrem no grupo das ditas alternativas. Para fins deste artigo, será focado o potencial energético do Brasil, quer seja ele considerado renovável ou finito, para estabelecer um parâmetro de produção e adequação aos novos moldes globais de transformação de energia.

## Potenciais brasileiros

O Brasil é uma nação de dimensões continentais e por isso possui uma ampla gama de fontes energéticas, podendo desse modo, ser destacada cada região com um potencial energético específico. As regiões Norte e Nordeste se destacam pela produção de pupunha, dendê, cupuaçu, entre outras frutas próprias para a produção de biodiesel, assim como a região Centro-Oeste, grande produtora de soja que pode ser utilizada para o mesmo fim. A região Sudeste possui as três usinas nucleares do território brasileiro, todas as três situadas em Angra, no estado do Rio de Janeiro. Possui também uma vasta área destinada ao plantio de cana-de-açúcar que é direcionada para a produção de etanol, assim como a soja que destaca a região Sul. No Nordeste já foi implantado um parque eólico para a captação de energia proveniente dos ventos. Além do que o território brasileiro em sua totalidade possui uma hidrografia muito rica, com inúmeras bacias hidrográficas de porte suficiente para alimentar diversas regiões do país. E por ser uma nação localizada entre os trópicos, possui um clima quente e de sol quase que na totalidade do ano, o que propicia um fator de destaque para a absorção de energia proveniente dos raios solares.

O Brasil possui reservas de petróleo suficiente para suprir suas necessidades, produção de gás natural e carvão mineral, que embora não estejam no grupo das energias limpas, também fazem parte do potencial energético brasileiro. Contudo, devido ao estado ambiental no qual o planeta se encontra,

---

\* Técnico em Mecânica Industrial pelo IF Fluminense, Campus Campos-Centro

\*\* Técnico em Mecânica Industrial pelo IF Fluminense, Campus Campos-Centro

\*\*\* Técnica em Mecânica Industrial pelo IF Fluminense, Campus Campos-Centro

em que se intensifica o Efeito Estufa e agrava o Aquecimento Global, tem-se a necessidade de utilizar fontes alternativas. Não que evitem a degradação do ambiente, mas que não agravem ainda mais os malefícios já alcançados, tanto que se os problemas fossem quanto ao solo e não à atmosfera, outras medidas, direcionadas à proteção do solo seriam executadas.

### A força das águas

O Brasil possui uma das maiores reservas de água doce do planeta. Parte significativa da energia elétrica consumida no país é proveniente das hidroelétricas construídas nos rios que compõem essa riqueza natural. Existem cerca de 8 principais bacias hidrográficas espalhadas pelo território brasileiro. Na região Norte destaca-se a Bacia Amazônica (1), a maior do mundo em seus 7 milhões de quilômetros quadrados de extensão, dos quais, aproximadamente, 57,14% se encontram em território nacional. Seu principal rio nasce na Cordilheira dos Andes, no Peru. Ao se encontrar com o rio Solimões, o rio Negro forma junto a ele o maior rio do mundo, o Amazonas, com cerca de 20 mil quilômetros de extensão navegável e alimentado por diversos afluentes até chegar ao leste da região sul do Continente Americano de encontro ao Oceano Atlântico onde desemboca. Nela se encontra além de tantas outras, a Hidroelétrica de Jirau, no rio Madeira, com uma capacidade energética de aproximadamente 3.450 MW<sup>1</sup>.

#### Legenda (para as figuras 1 e 2)

1. Bacia Amazônica
2. Bacia do rio Parnaíba
3. Bacia do Araguaia-Tocantins
4. Bacia do rio Paraná
5. Bacia do rio São Francisco
6. Bacia do rio Paraíba do Sul
7. Bacia do rio Uruguai
8. Bacia do rio Paraguaí

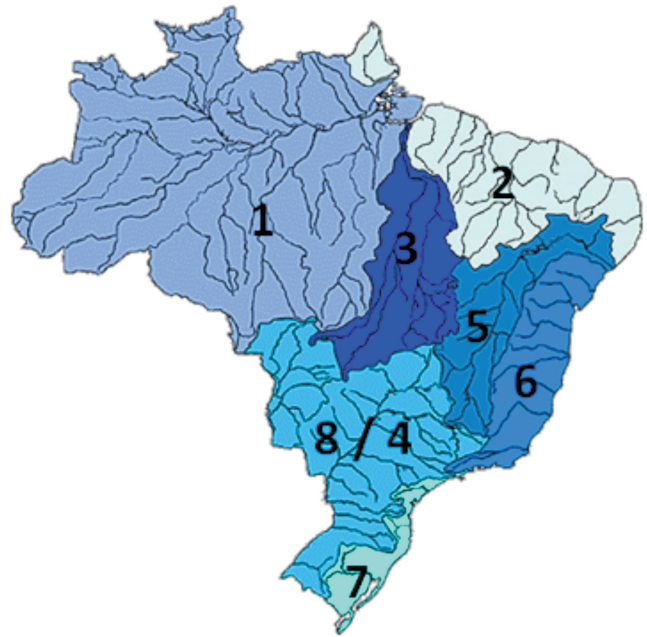


Figura 1 - Bacias hidrográficas brasileiras I

Abrangendo partes das regiões Norte e Centro-Oeste, está a Bacia do rio Araguaia-Tocantins (3), formada principalmente pelos dois rios que lhe deram o nome, o Araguaia e o Tocantins. Por possuir um potencial hidroelétrico substancial, foi construída a hidroelétrica Tucuruí nas águas do rio Tocantins.



Figura 2 - Bacias hidrográficas brasileiras II

<sup>1</sup> Megawatts, unidade de potência

Entre os estados da região Centro-Oeste e principalmente Sul e Sudeste, se encontra a Bacia do rio Paraná (4), com aproximadamente 900 mil quilômetros quadrados de extensão. Assim como acontece com a Bacia do rio Araguaia-Tocantins, a Bacia do rio Paraná também deve seu nome ao seu principal rio que é alimentado pelas águas de seus afluentes. Por possuir grande potencial energético, nela se encontra as usinas hidroelétricas de Itaipu, a maior do Brasil, uma das maiores do mundo, e de Porto Primavera.

Outra bacia que se destaca por seu potencial hídrico é Bacia do rio Uruguai (7), que também se estende em território uruguaio. Com cerca de 180 mil quilômetros quadrados, suas águas também servem para irrigação. Em Santa Catarina, se encontra a Usina Hidroelétrica de Itá, no rio Uruguai, com uma capacidade de produção de 1.450 MW.

Além das bacias já mencionadas, há outras principais como a Bacia do Paraguai (8), a Bacia do São Francisco (5), onde se encontra a Hidroelétrica de Xingó. No entanto, as detalhadas serviram para demonstrar o grande potencial energético advindo das águas fluviais. Essa vertente de energia renovável é assim denominada, pois o ciclo do hidrogênio, mais precisamente da água e da chuva é periódico e por isso, por intermédio das precipitações, repõe o líquido usado.

Basicamente a concepção de hidroelétrica e de seu funcionamento se baseia em barrar um fluxo de água de modo que haja um acúmulo considerável de massa líquida nessa barragem para que tal área se encha ao seu nível mais elevado. Deste modo a massa líquida adquire energia, a denominada potencial gravitacional. Estando retida há também um aumento da pressão e da força que essa água faz contra a barragem que impede, é claro, sua passagem. Essa energia acumulada serve para que quando se permita o fluxo parcial da água retida possa ser rotacionado a parte girante de um motor, a turbina, que devido a essas rotações transforma a energia cinética do movimento advinda da conversão da antiga energia potencial gravitacional em energia mecânica. Através de componentes elétricos, essa energia mecânica na turbina é convertida em elétrica e armazenada adequadamente de modo que posteriormente seja enviada aos locais de consumo.

Por mais que seja renovável, a energia hídrica possui certas limitações. A primeira é quanto a sua dependência do ciclo hidrológico. Em épocas de escassez de chuva se produz menos energia e por isso é necessário, condutas de economia, os denominados racionamentos. Outro inconveniente que possui é quanto aos impactos ambientais que provoca para a instalação da estrutura de uma hidrelétrica. Para tal é necessário uma área considerável. É preciso também a desapropriação

de pessoas quando em região habitada por seres humanos. Retirada de animais quando necessário uma área florestal e perda da biomassa vegetal, já que a respectiva área será inundada para acúmulo da massa líquida necessária. Sem falar das consequências econômicas. Desapropriando populações, é perdida áreas de plantio, regiões de economia ativa. Além do fato que ao se locarem em região distinta, implementaram o grupo de desempregados, já que atividades que antes exerciam, nem sempre se adéquam àquelas necessárias ao local para onde se mudaram.

Em território brasileiro, há por volta de 170 hidroelétricas, entre pequenas centrais, e as de médio e grande porte de produção de energia. As maiores se encontram na bacia do rio Amazonas, na do rio Paraná, na do rio São Francisco e Tocantins. Estas somam até 60 mil MW de produção de potência energética. Essa capacidade supre a maior parte da demanda de energia elétrica do país. Forma de energia para qual esse meio de produção é voltado.

### **Limitações das águas**

Ainda que seja reabastecida pelo ciclo do hidrogênio, a energia proveniente das hidroelétricas fica limitada aos índices de chuva da região de instalação da usina. Afinal, para o acúmulo de volume de água necessário para suprir a demanda é necessário chuvas para elevação do nível dos reservatórios de armazenamento.

No entanto, há outros inconvenientes inerentes à força advinda do potencial hídrico. Para a construção da usina propriamente dita necessita-se de uma ampla área livre para a inundação e esse aspecto envolve uma série de aspectos negativos quanto à energia hídrica. Para liberar a área requisitada desapropria-se, se em zona de mata, os animais que habitam tal região, provocando um desequilíbrio ecológico local e conseqüentemente nos entornos, já que a fauna procura outro local para residir. Ainda na questão ambiental, tem-se o fator da flora, que não tem como ser deslocada já que é presa ao solo, pode ser até retirada certas amostras para plantio em estufas com a finalidade de preservá-las, contudo, não é o suficiente para compensar o impacto que causa a instalação da estrutura da usina.

Outra questão, agora quanto ao fator social, é que, sendo a área necessária povoada é preciso deslocar a população que antes residia para outro local, isso atinge a economia da região. As ocupações que antes tinham os habitantes já não existem mais, o que aquela região produzia ou consumia não surte mais efeito atingindo a economia local e arredores.

Além do que, para se construir uma hidroelétrica que produza cerca de 30 milhões de MWs por hora são necessários 5 anos de obras até que essa energia possa ser distribuída enquanto que comparada a energia eólica, para efetivar um parque de aerogeradores necessita-se apenas de seis meses. É claro que os benefícios superam os prejuízos, e num país de tamanha extensão e riqueza hídrica não é surpresa que a energia mais bem distribuída seja a oriunda das fontes hídricas.

## **Biodiesel, energia que brota da terra**

Segundo a definição, biodiesel é um subproduto natural que pode ser produzido através de fontes renováveis, como gorduras animais, óleos vegetais ou reciclados de óleo de cozinha. Tecnicamente é um éster monoalquílico de ácidos graxos<sup>2</sup> derivado de óleos naturais. Tem como objetivo substituir o diesel convencional, já que ele é oriundo de material não renovável e muito poluente.

Para fazer a introdução do biodiesel no mercado convencional, gradativamente vem se misturando biodiesel ao diesel de petróleo, numa mistura entre os dois. Essa mistura já é vendida, mas apenas em regiões mais desenvolvidas. Normalmente utiliza-se proporções entre 2% a 5% de biodiesel para o volume total da mistura, sendo assim denominado B2 ou B5, respectivamente. Como é possível concluir, o “B” é oriundo de “bio” para demonstrar que é o combustível de origem vegetal e a numeração que corresponde à percentagem em relação à quantidade total.

Para ser produzido, o biodiesel, assim como qualquer outra coisa, necessita de matéria-prima que será sujeita a um processo de transesterificação<sup>3</sup>. No Brasil, sua principal matéria-prima é a soja que é principalmente produzida na região Centro-Oeste. Isto é um grande fator benéfico para o Brasil, já que a nação é a segunda maior produtora de soja do mundo, produção suficiente para o mercado interno, externo e para a demanda de produção de biodiesel. Desse modo o Brasil está sabendo explorar otimamente seu potencial produtivo energético.

A questão da soja como foco para a produção de biocombustível é um impulsor na questão econômica, já que para sua produção é necessário uma vasta mão de obra, para atender à demanda estipulada a fim de que se consiga atingir a meta de 5% de biodiesel no mercado. Isso interfere diretamente na geração de empregos, na casa das centenas de milhares, movendo a economia. O Brasil com suas dimensões continentais, em paralelo com a questão do etanol que advém do potencial da cana-de-açúcar, tem também a área

necessária para a produção da soja, entretanto, a perda de nutrientes no solo devido ao plantio e replantio da cultura implicaria a perda de produtividade, necessitando liberar cada vez mais áreas para plantio, aumentando o desmatamento para tais liberações. Desconsiderando a questão do solo, o próprio aumento na demanda de biodiesel resultaria nesse fator.

Diferentemente do potencial hídrico que se direciona para a produção de energia elétrica, a matriz energética oriunda do biodiesel tem como fim alimentar a síntese de combustíveis para a frota de carros do país, sendo alternativa à utilização dos combustíveis a partir de petróleo. Por ser direcionado aos motores de combustão interna, característicos dos automóveis, além das vantagens ecológicas e econômicas, o biodiesel também apresenta vantagens quanto ao rendimento energético. Há um melhoramento já percebido na lubrificação do motor, o que envolve uma série de economias quanto às manutenções nesses aspectos.

## **Energia eólica**

Denomina-se energia eólica a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, para a geração de eletricidade, ou cata-ventos (e moinhos), para trabalhos mecânicos como bombeamento d'água.

Assim como a energia hidráulica, a energia eólica é utilizada há milhares de anos com as mesmas finalidades, a saber: bombeamento de água, moagem de grãos e outras aplicações que envolvem energia mecânica. Para a geração de eletricidade, as primeiras tentativas surgiram no final do século XIX, mas somente um século depois, com a crise internacional do petróleo (década de 1970), é que houve interesse e investimentos suficientes para viabilizar o desenvolvimento e aplicação de equipamentos em escala comercial.

A primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi instalada em 1976, na Dinamarca. Atualmente, existem mais de 30 mil turbinas eólicas em operação no mundo. Em 1991, a Associação Europeia de Energia Eólica estabeleceu como metas a instalação de 4.000 MW de energia eólica na Europa até o ano 2000 e 11.500 MW até o ano 2005. Essas e outras metas estão sendo cumpridas muito antes do esperado (4.000 MW em 1996, 11.500 MW em 2001). As metas atuais são de 40.000 MW na Europa

<sup>2</sup> Éster monoalquílico de ácidos graxos, substância orgânica caracterizada pela presença de carbono ligado a dois átomos de oxigênio, sendo que uma ligação é simples e outra dupla, mais, a estrutura alquila ligados a ácidos carboxílicos de cadeia normal. Estrutura fundamental do biodiesel.

<sup>3</sup> Transesterificação, reação química entre um éster e um álcool que resulta em outro álcool e em outro éster de cadeia mais simples, comumente utilizado na formação do biodiesel.

até 2010. Nos Estados Unidos, o parque eólico existente é da ordem de 4.600 MW instalados e com um crescimento anual em torno de 10%. Estima-se que em 2020 o mundo terá 12% da energia gerada pelo vento, com uma capacidade instalada de mais de 1.200GW (WINDPOWER; EWEA; GREENPEACE, 2003; WIND FORCE, 2003).

Recentes desenvolvimentos tecnológicos (sistemas avançados de transmissão, melhor aerodinâmica, estratégias de controle e operação das turbinas etc.) têm reduzido custos e melhorado o desempenho e a confiabilidade dos equipamentos. O custo dos equipamentos, que era um dos principais entraves ao aproveitamento comercial da energia eólica, reduziu-se significativamente nas últimas duas décadas. Projetos eólicos em 2002, utilizando modernas turbinas eólicas em condições favoráveis, apresentaram custos na ordem de €820/kW instalado e produção de energia a 4 centavos de Euro/kWh (EWEA; GREENPEACE, 2003).

### Disponibilidade de recursos

A avaliação do potencial eólico de uma região requer trabalhos sistemáticos de coleta e análise de dados sobre a velocidade e o regime de ventos. Geralmente, uma avaliação rigorosa requer levantamentos específicos, mas dados coletados em aeroportos, estações meteorológicas e outras aplicações similares podem fornecer uma primeira estimativa do potencial bruto ou teórico de aproveitamento da energia eólica.

Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500 W/m<sup>2</sup>, a uma altura de 50 m, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s (GRUBB; MEYER, 1993). Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, em apenas 13% da superfície terrestre o vento apresenta velocidade média igual ou superior a 7 m/s, a uma altura de 50 m. Essa proporção varia muito entre regiões e continentes, chegando a 32% na Europa Ocidental.

Mesmo assim, estima-se que o potencial eólico bruto mundial seja da ordem de 500.000 TWh por ano. Devido, porém, a restrições socioambientais, apenas 53.000 TWh (cerca de 10%) são considerados tecnicamente aproveitáveis. Ainda assim, esse potencial líquido corresponde a cerca de quatro vezes o consumo mundial de eletricidade.

No Brasil, os primeiros anemógrafos computadorizados e sensores especiais para energia eólica foram instalados no Ceará e em Fernando de Noronha (PE), no início dos anos 1990. Os resultados dessas medições possibilitaram a determinação do potencial eólico

local e a instalação das primeiras turbinas eólicas do Brasil.

### Conversão em energia elétrica

Na atualidade utiliza-se a energia eólica para mover aerogeradores - grandes turbinas colocadas em lugares de muito vento. Essas turbinas têm a forma de um catavento ou um moinho. Esse movimento, através de um gerador, produz energia elétrica. Precisam agrupar-se em parques eólicos, concentrações de aerogeradores, necessários para que a produção de energia se torne rentável, mas podem ser usados isoladamente, para alimentar localidades remotas e distantes da rede de transmissão. É possível ainda a utilização de aerogeradores de baixa tensão quando se trata de requisitos limitados de energia elétrica.

A energia eólica pode ser considerada uma das mais promissoras fontes naturais de energia, principalmente porque é renovável, ou seja, não se esgota, limpa, amplamente distribuída globalmente e, se utilizada para substituir fontes de combustíveis fósseis, auxilia na redução do efeito estufa. Em países como o Brasil, que possuem uma grande malha hidrográfica, a energia eólica pode se tornar importante no futuro, porque ela não consome água, que é um bem cada vez mais escasso e que também vai ficar cada vez mais controlado. Em países com uma malha hidrográfica pequena, a energia eólica passa a ter um papel fundamental já nos dias atuais, como talvez a única energia limpa e eficaz nesses locais. Além da questão ambiental, as turbinas eólicas possuem a vantagem de poder ser utilizadas tanto em conexão com redes elétricas como em lugares isolados, não sendo necessário a implementação de linhas de transmissão para alimentar certas regiões (que possuam aerogeradores).

Em 2009 a capacidade mundial de geração de energia elétrica através da energia eólica foi de aproximadamente 158 gigawatts (GW), o suficiente para abastecer as necessidades básicas de dois países como o Brasil (o Brasil gastou em média 70 gigawatts em janeiro de 2010). Para se ter uma ideia da magnitude da expansão desse tipo de energia no mundo, em 2008 a capacidade mundial foi de cerca de 120 GW e, em 2008, 59 GW.

Um aerogerador é um dispositivo que aproveita a energia eólica e a converte em energia elétrica.

A capacidade de geração de energia eólica no Brasil foi de 606 megawatts (MW) em 2009, onde houve um aumento de 77,7% em relação ao ano anterior. A capacidade instalada em 2008 era de 341 MW. O Brasil responde por cerca da metade da capacidade instalada na América Latina, mas representa apenas 0,38% do total mundial.

Os EUA lideram o ranking dos países que mais produzem energia através de fonte eólica. O total instalada nesse país ultrapassa os 35 GW. Atrás deles vem a Alemanha, com cerca de 26 GW instaladas, e a China, com 25 GW.

Em alguns países, a energia elétrica gerada a partir do vento representa significativa parcela da demanda. Na Dinamarca ela representa 23% da produção, 6% na Alemanha e cerca de 8% em Portugal e na Espanha (dados de setembro de 2007). Globalmente, a energia eólica não ultrapassa o 1% do total gerado por todas as fontes.

O custo da geração de energia eólica tem caído rapidamente nos últimos anos. Em 2005 o custo da energia eólica era cerca de um quinto do que custava no final dos anos 1990, e essa queda de custos deve continuar com a ascensão da tecnologia de produção de grandes aerogeradores. No ano de 2003 a energia eólica foi a forma de energia que mais cresceu nos Estados Unidos.

A maioria das formas de geração de eletricidade requerem altíssimos investimentos de capital e baixos custos de manutenção. Isto é particularmente verdade para o caso da energia eólica, onde os custos com a construção de cada aerogerador podem alcançar milhões de reais, os custos com manutenção são baixos e o custo com combustível é zero. Na composição do cálculo de investimento e custo dessa forma de energia levam-se em conta diversos fatores, como a produção anual estimada, as taxas de juros, os custos de construção, de manutenção, de localização e os riscos de queda dos geradores. Sendo assim, os cálculos sobre o real custo de produção da energia eólica diferem muito, de acordo com a localização de cada usina.

Apesar da grandiosidade dos modernos moinhos de vento, a tecnologia utilizada continua a mesma de há 1.000 anos, tudo indicando que brevemente será suplantada por outras tecnologias de maior eficiência, como é o caso da turbovela, uma voluta vertical apropriada para capturar vento a baixa pressão ao passar nos rotores axiais protegidos internamente. Esse tipo não oferece riscos de colisões das pás com objetos voadores (animais silvestres) e não interfere na audição. Essa tecnologia já é uma realidade que tanto pode ser introduzida no meio ambiente marinho como no terrestre.

### **Energia eólica no contexto do setor elétrico brasileiro**

No Brasil, a participação da energia eólica na geração de energia elétrica ainda é pequena. Em setembro de 2003 havia apenas 6 centrais eólicas em operação no país, perfazendo uma capacidade instalada de 22.075 kW. Entre essas centrais,

destacam-se Taíba e Prainha, no estado do Ceará, que representam 68% do parque eólico nacional.

No entanto, os incentivos vigentes para o setor elétrico brasileiro deverão despertar o interesse de empreendedores. Destaque-se, aqui, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA). Outro fator importante, como incentivo, é a possibilidade de complementaridade entre a geração hidrelétrica e a geração eólica, visto que o maior potencial eólico, na região Nordeste, ocorre durante o período de menor disponibilidade hídrica.

Em setembro de 2003, havia registro de 92 empreendimentos eólicos autorizados pela ANEEL, cuja construção não havia sido iniciada, que poderão agregar ao sistema elétrico nacional cerca de 6.500 MW.

### **Projetos existentes no Brasil**

- Turbinas Eólicas do Arquipélago de Fernando de Noronha-PE: a primeira turbina foi instalada em junho de 1992, a partir do projeto realizado pelo Grupo de Energia Eólica da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, com financiamento do Folkecenter (um instituto de pesquisas dinamarquês), em parceria com a Companhia Energética de Pernambuco – CELPE. A turbina possui um gerador assíncrono de 75 kW, rotor de 17 m de diâmetro e torre de 23 m de altura. Na época em que foi instalada, a geração de eletricidade dessa turbina correspondia a cerca de 10% da energia gerada na ilha, proporcionando uma economia de aproximadamente 70.000 litros de óleo diesel por ano. A segunda turbina foi instalada em maio de 2000 e entrou em operação em 2001. O projeto foi realizado pelo CBEE, com a colaboração do RISØ National Laboratory da Dinamarca, e financiado pela ANEEL. Juntas, as duas turbinas geram até 25% da eletricidade consumida na ilha. Esses projetos tornaram Fernando de Noronha o maior sistema híbrido eólico-diesel do Brasil.

- Central Eólica Experimental do Morro do Camelinho – MG: instalado em 1994, no Município de Gouveia – MG, com capacidade nominal de 1 MW, o projeto foi realizado pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, com o apoio financeiro do governo alemão (Programa Eldorado). A central é constituída por 4 turbinas de 250 kW, com rotor de 29 m de diâmetro e torre de 30 m de altura.

- Central Eólica de Taíba – CE: localizada no município de São Gonçalo do Amarante – CE, a Central Eólica de Taíba, com 5 MW de potência, foi a primeira a atuar como produtor independente no país. Em operação desde janeiro de 1999, a central é composta por 10 turbinas de 500 kW, geradores assíncronos, rotores de 40 m de diâmetro e torre de 45 m de altura.

- Central Eólica de Prainha – CE: localizada no município de Aquiraz – CE, a Central Eólica de Prainha é o maior parque eólico do país, com capacidade de 10 MW (20 turbinas de 500 kW). O projeto foi realizado pela Wobben Windpower (do Brasil) e inaugurado em abril de 1999. As turbinas utilizam geradores síncronos, funcionam com velocidade variável e com controle de potência por pitch (ângulo de passo das pás).

- Central Eólica de Palmas – PR: inaugurada em 2000, trata-se da primeira central eólica do Sul do Brasil, localizada no município de Palmas – PR, com potência instalada de 2,5 MW. Realizado pela Companhia Paranaense de Energia – COPEL e pela Wobben Windpower (do Brasil), o projeto foi inaugurado em novembro de 1999, com 5 turbinas de 500 kW, idênticas àquelas de Taíba e Prainha.

- Central Eólica Mucuripe – CE: situada em Fortaleza - CE, esta central tinha potência instalada de 1.200 kW. Desativada em 2000, foi posteriormente repotenciada e passou a contar com 4 turbinas eólicas E-40 de 600 kW (2.400 kW).

- Central Eólica de Olinda – PE: O CBEE instalou em 1999 uma turbina eólica WindWord na área de testes de turbinas eólicas em Olinda. Esta turbina conta com sensores e instrumentação para medidas experimentais.

- Central Eólica de Bom Jardim – SC: em 2002 uma turbina Enercon de 600 kW foi instalada no município de Bom Jardim da Serra - SC pela CELESC e Wobben Windpower, sendo a mais recente central implantada no país.

## Impactos socioambientais

A geração de energia elétrica por meio de turbinas eólicas constitui uma alternativa para diversos níveis de demanda. As pequenas centrais podem suprir pequenas localidades distantes da rede, contribuindo para o processo de universalização do atendimento. Quanto às centrais de grande porte, elas têm potencial para atender uma significativa parcela do Sistema Interligado Nacional (SIN) com importantes ganhos: contribuindo para a redução da emissão, pelas usinas térmicas, de poluentes atmosféricos; diminuindo a necessidade da construção de grandes reservatórios; e reduzindo o risco gerado pela sazonalidade hidrológica, à luz da complementaridade citada anteriormente.

Entre os principais impactos socioambientais negativos das usinas eólicas destacam-se os sonoros e os visuais. Os impactos sonoros são devidos ao ruído dos rotores e variam de acordo com as especificações dos equipamentos (ARAÚJO, 1996). Segundo o autor, as turbinas de múltiplas pás são menos eficientes e mais barulhentas que os aerogeradores de hélices de alta velocidade.

A fim de evitar transtornos à população vizinha, o nível de ruído das turbinas deve atender às normas e padrões estabelecidos pela legislação vigente.

Os impactos visuais são decorrentes do agrupamento de torres e aerogeradores, principalmente no caso de centrais eólicas com um número considerável de turbinas, também conhecidas como fazendas eólicas. Os impactos variam muito de acordo com o local das instalações, o arranjo das torres e as especificações das turbinas. Apesar de efeitos negativos, como alterações na paisagem natural, esses impactos tendem a atrair turistas, gerando renda, emprego, arrecadações e promovendo o desenvolvimento regional.

Outro impacto negativo das centrais eólicas é a possibilidade de interferências eletromagnéticas, que podem causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados (rádio, televisão etc.) (TAYLOR, 1996). De acordo com esse autor, essas interferências variam muito, segundo o local de instalação da usina e suas especificações técnicas, particularmente o material utilizado na fabricação das pás. Também a possível interferência nas rotas de aves deve ser devidamente considerada nos estudos e relatórios de impactos ambientais (EIA/RIMA).

## Energia nuclear

Energia nuclear é a energia liberada numa reação nuclear, ou seja, em processos de transformação de núcleos atômicos. Alguns isótopos de certos elementos apresentam a capacidade de transformar em outros isótopos ou elementos através de reações nucleares, emitindo energia durante esse processo. Baseia-se no princípio da equivalência de energia e massa (observado por Albert Einstein), segundo a qual durante reações nucleares ocorre transformação de massa em energia. Foi descoberta por Hahn, Straßmann e Meitner com a observação de uma fissão nuclear depois da irradiação de urânio com nêutrons.

A tecnologia nuclear tem a finalidade de aproveitar a energia nuclear, convertendo o calor emitido na reação em energia elétrica. Isso pode acontecer controladamente em reator nuclear ou descontroladamente em bomba atômica. Em outras aplicações aproveita-se da radiação ionizante emitida.

### Tipos de reações nucleares

A reação nuclear é a modificação da composição do núcleo atômico de um elemento, podendo transformar-se em outro ou outros elementos. Esse processo ocorre espontaneamente em alguns elementos. O caso mais interessante é a possibilidade de provocar a reação mediante

técnicas de bombardeamento de nêutrons ou outras partículas.

Existem duas formas de reações nucleares: a fissão nuclear, onde o núcleo atômico subdivide-se em duas ou mais partículas; e a fusão nuclear, na qual ao menos dois núcleos atômicos se unem para formar um novo núcleo.

### Vantagens da energia nuclear

A principal vantagem da energia nuclear obtida por fissão é a não utilização de combustíveis fósseis. Considerada como vilã no passado, a energia nuclear passou gradativamente a ser defendida por ecologistas de nome como James E. Lovelock por não gerarem gases de efeito estufa. Esses ecologistas defendem uma virada radical em direção à energia nuclear como forma de combater o aquecimento global.

Em comparação com a geração hidrelétrica, a geração a partir da energia nuclear apresenta a vantagem de não necessitar o alagamento de grandes áreas para a formação dos lagos de reservatórios, evitando assim a perda de áreas de reservas naturais ou de terras agriculturáveis, bem como a remoção de comunidades inteiras das áreas que são alagadas. Outra vantagem da energia nuclear em relação à geração hidrelétrica é o fato de que a energia nuclear é imune às alterações climáticas futuras que porventura possam trazer alterações no regime de chuvas.

### Desvantagens da energia nuclear

Já que a maior parte (cerca de 96%) do combustível nuclear queimado é constituída de Urânio natural, uma grande parte do combustível utilizado nos reatores nucleares é reprocessado em plantas de reprocessamento como a Urenco no Novo México. Cerca de 60% do combustível nuclear é mandado diretamente para o reprocessamento. O reprocessamento visa reenriquecer o urânio exaurido, tornando possível que ele seja novamente utilizado como combustível.

A parte do combustível que não é reprocessada imediatamente é armazenada para reprocessamento futuro, ou é armazenada semidefinitivamente em depósito próprio.

Cerca de 4% do total do combustível queimado é constituído dos chamados produtos de fissão e da série dos actínídeos, que são originados a partir da fissão do combustível nuclear. Eles podem incluir elementos altamente radioativos como o Plutônio, Amerício e Césio. Atualmente esses elementos são separados do urânio que será reprocessado e são armazenados em depósitos projetados especificamente para armazenamento de elementos radioativos ou utilizados em pesquisas. O Plutônio

tem valor estratégico e científico particularmente alto por ser utilizado na fabricação de armamentos nucleares e também para pesquisas relacionadas aos chamados Fast Breed Reactors, que são reatores que operam utilizando uma combinação de urânio natural e plutônio como combustível.

A geração de rejeito radioativo de usinas nucleares é normalmente baixa, mas representa um problema pois os elementos contidos no combustível queimado, principalmente os produtos de fissão, demoram um tempo muito longo para decaírem em outros elementos e apresentam alta radioatividade, portanto é necessário que eles fiquem confinados em um depósito próprio onde não possa haver nem interferência humana externa nem interferência ambiental (já que a interferência ambiental pode causar vazamentos e deslocamento dos elementos).

É interessante ressaltar que a produção de gases de estufa de uma usina nuclear comum está de 3 a 6 vezes maior comparada com a energia hídrica e eólica, considerando o processo todo necessário para operá-la. (A produção de gases de estufa de uma usina de carvão tem um fator de 80).

### Acidentes

O acidente no reator de Chernobyl (ex-URSS) contaminou radioativamente uma área de aproximadamente 150.000 km<sup>2</sup> (corresponde mais de três vezes o tamanho do estado do Rio de Janeiro), sendo que 4.300 km<sup>2</sup> possuem acesso interdito indefinidamente. Até 180 quilômetros distantes do reator situam-se áreas com uma contaminação de mais de 1,5 milhões de Becquerel por km<sup>2</sup>, o que as deixa inabitáveis por milhares de anos.

### Segurança

A Organização Mundial de Energia Nuclear alertou que terroristas poderiam vir a comprar resíduos radioativos, por exemplo de países da ex-URSS ou de países com ditaduras que usam tecnologias nucleares, tais como Irã ou Coreia do Norte, e construir uma chamada "bomba suja".

O quão fácil é desviar materiais altamente radioativos é demonstrado pelo exemplo do acidente radiológico de Goiânia, no Brasil em 1987, onde foi encontrada por moradores em um lixão, contida dentro de uma máquina hospitalar e levada para casa e exposta a todos do bairro, pois brilhava no escuro, uma pedra de sal de cloreto de Césio-137, um isótopo radioativo, de um hospital abandonado.

Nunca foi registrado qualquer tipo de acidente externo à uma usina nuclear relacionado com o



material utilizado na produção de energia nuclear, ou seja, combustível nuclear, apesar de vários casos envolvendo acidentes civis com fontes médicas e comerciais de radiação.

Há uma certa confusão do público em relação a acidentes com radiação. Uma usina nuclear, justamente por lidar com algo potencialmente perigoso e que já resultou em acidentes no passado, tem normas de segurança tanto nacionais quanto internacionais que garantem que cada procedimento seja feito de acordo com todos os padrões de segurança. A Agência Internacional de Energia Atômica é um órgão internacional regulatório que salvaguarda a construção e uso da energia nuclear no mundo. Os requisitos para a obtenção de salvaguarda são severos e reconhecidos pela exigência em relação à segurança e operação de usinas nucleares; sem uma salvaguarda, um país é proibido de realizar a construção de instalações nucleares. Um dos requisitos para a obtenção de salvaguarda é que a instalação em questão deve ser supervisionada durante toda a sua existência por um grupo internacional de supervisores especializados em segurança radiológica e nuclear.

## Etanol

Etanol (álcool etílico) é o mais comum dos álcoois e caracteriza-se por ser um composto orgânico ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ), obtido por meio da fermentação de amido e outros açúcares, como a sacarose existente na cana-de-açúcar, nos açúcares da uva e cevada e também mediante processos sintéticos. É um líquido incolor, volátil, inflamável, solúvel em água, com cheiro e sabor característicos. A presença do oxigênio, elemento eletronegativo, em sua estrutura molecular, atrai elétrons de ligação, tornando-o um solvente fortemente polar.

Existem diversas utilizações para o álcool etílico como solvente em processos industriais, antisséptico, conservante, componente de diversas bebidas, em desinfetantes domésticos e hospitalares, solvente de fármacos importantes, na forma de combustível veicular e na produção de energia elétrica. Mais recentemente, o etanol vem sendo considerado um gerador em potencial de biodiesel, apesar de outras matérias-primas originarem outros tipos de biodiesel. O etanol pode ser obtido pela via bioquímica de fermentações de açúcares ou pela via química de síntese, a partir da hidratação do etileno.

### O etanol como combustível

O álcool etílico é utilizado como combustível desde o nascimento dos automóveis, na tentativa

de adaptar os motores recém-inventados para a sua utilização. Desde então, o uso do etanol em veículos automotores tem tido um considerável avanço. O álcool é menos inflamável e menos tóxico que a gasolina e o diesel. Além do que o benefício ambiental associado ao uso de álcool é enorme, pois cerca de 2,3 t de  $\text{CO}_2$  deixam de ser emitidas para cada tonelada de álcool combustível utilizado, sem considerar outras emissões, como o  $\text{SO}_2$ . Ele pode ser produzido a partir de biomassa (resíduos agrícolas e florestais). No Brasil, ele é gerado principalmente da cana-de-açúcar. Nos Estados Unidos, o milho é o mais usado.

O Brasil é o país mais avançado, do ponto de vista tecnológico, na produção e no uso do etanol como combustível, seguido pelos EUA e, em menor escala, pela Argentina, Quênia, Malawi e outros. A produção mundial de álcool aproxima-se dos 40 bilhões de litros, dos quais presume-se que até 25 bilhões de litros sejam utilizados para fins energéticos. O Brasil responde por 15 bilhões de litros deste total. O álcool é utilizado em mistura com gasolina no Brasil, EUA, UE, México, Índia, Argentina, Colômbia e, mais recentemente, no Japão. O uso exclusivo de álcool como combustível está concentrado no Brasil.

A Agência Norte-Americana de Proteção Ambiental (EPA, sigla em inglês) anunciou que o etanol brasileiro de cana-de-açúcar reduz emissões de gases de efeito estufa (GEE) em 61% em relação à gasolina – o que o caracteriza como um “biocombustível avançado”. Para ser considerado um biocombustível avançado, o etanol deve reduzir as emissões de GEE em pelo menos 40% em relação a gasolina. Artigos científicos indicaram que a redução do etanol brasileiro variava entre 60% e 90%, dependendo da metodologia do estudo. O etanol de milho norte-americano, em comparação, produz redução de cerca de 15%.

Em 2007 no Brasil, 43% dos automóveis já eram movidos a álcool, incluindo os de motores *flex*. Nos Estados Unidos, a mistura etanol-gasolina, a única ainda comercializada no país, corresponde a 8% do mercado de combustível.

A diferença entre a produção de etanol no Brasil e nos EUA é que lá ele é produzido do milho, muitas vezes, transgênico, por ser mais resistente a pragas e a pesticidas. No Brasil, o etanol é 100% de cana-de-açúcar, e na Europa ele vem da fermentação de beterraba. E a cana é disparada a mais barata.

Existem problemas que precisam ser resolvidos para que o álcool se torne realmente uma alternativa socio e ambientalmente sustentável no Brasil. Problemas esses gerados pela monocultura da cana-de-açúcar, pela condição social e trabalhista da mão de obra empregada, pelo primitivo processo de colheita (que obriga à queima da cana), entre outros.

A queima da palha do canavial visa facilitar e baratear o corte manual, fazendo com que a produtividade do trabalho do cortador aumente de duas para cinco toneladas por dia. Essa sobrecarga dos trabalhadores rurais que extraem a cana, em vezes os leva ao óbito, durante a colheita, com possível estafa.

Os custos do carregamento e transporte também são reduzidos, e aumentam a eficiência das moendas, que não precisam interromper seu funcionamento para limpeza da palha. Por outro lado, essa prática, empregada em aproximadamente 3,5 milhões de hectares, tem consequências desastrosas para o ambiente. No Brasil as queimadas são uma prática proibida por lei há vários anos.

Ainda, a queimada libera gás carbônico, ozônio, gases de nitrogênio e de enxofre e também a indesejada fuligem da palha queimada, que contém substâncias cancerígenas. A prática da queimada, tem outros efeitos colaterais, provocando perdas significativas de nutrientes para as plantas e facilitando o aparecimento de ervas daninhas e a erosão, devido à redução da proteção do solo. As internações por problemas respiratórios, intoxicações e asfixias aumentam consideravelmente durante a época da fuligem.

O cultivo e a fermentação da cana-de-açúcar geram coprodutos importantes além do açúcar e etanol propriamente dito. Do bagaço da cana, acima de 40% do resíduo está na forma de celulose, 20% em forma de hemicelulose, 30% de lignina e elementos químicos importantes como enxofre (0,20%) e potássio (1%). A cana-de-açúcar é a segunda maior fonte de energia renovável do Brasil com 12,6% de participação na matriz energética atual, considerando-se o álcool combustível e a cogeração de eletricidade, a partir do bagaço. Dos 6 milhões de hectares, cerca de 85% da cana-de-açúcar produzida no Brasil está na região Centro-Sul (concentrada em São Paulo, com 60% da produção) e os 15% restantes na região Norte-Nordeste.

O bagaço remanescente da moagem é queimado nas caldeiras das usinas, tornando-as autossuficientes em energia e, em muitos casos, superavitárias em energia elétrica que pode ser comercializada. No total foram produzidos 15,2 bilhões de litros de álcool e uma geração de energia elétrica superior a 4 GWh durante a safra, o que representa aproximadamente 3% da nossa geração anual. É importante lembrar que a colheita da cana é realizada principalmente nas estações de seca, momento em que as hidrelétricas diminuem sua produção de energia.

Pensando no futuro, a qualidade da tecnologia que o Brasil tem na produção de etanol proveniente de cultivos de cana-de-açúcar é inquestionável.

Durante algumas décadas, o país recebeu investimento volumoso dos diferentes governos para o estabelecimento desse cultivo como prioritário e estratégico.

A estimativa para 2012 é que as áreas de cultivo de cana-de-açúcar atinjam a marca de 9 milhões de hectares no Brasil e que a produção de etanol seja de 25 bilhões de litros, obtidas de mais de 600 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. Para 2030, a produção de etanol deverá atingir a impressionante marca de 67 bilhões de litros. Espera-se que com a biotecnologia e o desenvolvimento recente do genoma da cana-de-açúcar, o país caminhe a passos largos para solidificar o etanol como o biocombustível apropriado e sustentável para substituir mundialmente o petróleo.

A biomassa é considerada a mais viável fonte sustentável de combustíveis líquidos que, por sua vez, continuarão a ser necessários por muito tempo, se não indefinidamente. Baterias são completamente impraticáveis para a aviação ou para o transporte rodoviário pesado. Mesmo no cenário mais agressivo de eletrificação de veículos leves, os combustíveis líquidos continuarão responsáveis por mais de 50% da energia empregada em transportes. E o etanol continua ganhando peso na matriz energética mundial. Ao longo dos 35 anos em que o biocombustível tem sido utilizado em larga escala no Brasil, evitou-se a emissão de mais de 600 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> e foram gerados ganhos de US\$ 240 bilhões em divisas que não foram utilizadas para comprar petróleo.

Além do papel crescente do etanol na matriz energética, também se destacará o seu uso em substituição ao petróleo na produção de resinas e plásticos “verdes”, que propiciam reduções significativas nas emissões de gases do efeito estufa.

Como a demanda por combustíveis renováveis deve aumentar nos próximos anos, o Brasil poderá se tornar um exportador relevante. Para isso, contudo, é preciso investir em infraestrutura e logística para o setor.

Pesquisadores afirmam que a necessidade de aumento da produção poderá ser tão expressiva que a realização só será possível mediante investimentos nas pesquisas para o aprimoramento do etanol de primeira geração e para o desenvolvimento da produção de etanol celulósico – que deverá aumentar a produtividade sem expansão da área plantada de cana-de-açúcar. Devendo ser acompanhado de investimentos para que o etanol tenha melhores indicadores, como custo de produção, redução de consumo de fertilizantes, produtividade agroindustriais, condições de trabalho no campos e redução de queimadas. A sustentabilidade do etanol tem que

ser considerada em suas dimensões ambientais, sociais e econômicas.

## Termoelétrica

Termoelétrica é uma instalação destinada a converter a energia de um combustível em energia elétrica. O combustível, armazenado em tanques (gás natural, carvão, óleo, etc.) é enviado para a usina, para ser queimado na caldeira, que gera vapor a partir da água que circula por tubos em suas paredes. O vapor é que movimenta as pás de uma turbina, ligada diretamente a um gerador de energia elétrica. Essa energia é transportada por linhas de alta-tensão aos centros de consumo. O vapor é resfriado em um condensador, a partir de um circuito de água de refrigeração. Essa água pode provir de um rio, lago ou mar, dependendo da localização da usina, e não entra em contato direto com o vapor que será convertido outra vez em água, que volta aos tubos da caldeira, dando início a um novo ciclo.

A descrição anterior refere-se às centrais clássicas, uma vez que existe, ainda que em fase de pesquisa, outra geração de termoelétricas que melhorem o rendimento na combustão do carvão e diminuam o impacto sobre o meio ambiente: são as centrais de combustão de leito fluidificado. Nessas centrais, queima-se carvão sobre um leito de partículas inertes (por exemplo, de pedra calcária), através do qual se faz circular uma corrente de ar que melhora a combustão.

As usinas termoelétricas também conhecidas como usinas térmicas são as preferidas no mundo todo, pela sua versatilidade. São de construção simples e rápida, podem ser instaladas junto aos centros de consumo e dispensam linhas de transmissão de longo percurso, minimizando consequentemente as perdas ao longo dessas linhas, que poderiam chegar até a 16%.

Nos países de primeiro mundo, cerca de 70% da energia elétrica é produzida em usinas desse tipo. E essas usinas podem ser encontradas na Europa e em alguns estados do Brasil.

O custo de produção do quilowatt é maior (o dobro, em média) que o de uma usina hidroelétrica, porém bem menor que o de uma usina nuclear.

Qualquer produto capaz de gerar calor pode ser usado como combustível, do bagaço de diversas plantas aos restos da madeira. Os combustíveis mais utilizados são: óleo combustível, óleo diesel, gás natural, urânio enriquecido (que dá origem à energia nuclear) e o carvão mineral. Quase todo o carvão mineral brasileiro é empregado na geração termoelétrica, uso que requer o controle de efluentes líquidos e resíduos sólidos.

O gás natural pode ser usado como matéria-prima para gerar calor, eletricidade e força motriz,

nas indústrias siderúrgica, química, petroquímica e de fertilizantes.

Como todo tipo de geração de energia causa impactos ambientais, com a termoelétrica não é diferente: ela é a responsável pelo aumento do efeito estufa, o aquecimento demasiado da superfície terrestre e da água utilizada no resfriamento, chuva ácida, etc., além de exigir muito dinheiro para a compra de combustíveis. A queima de gás natural lança na atmosfera grandes quantidades de poluentes, além de ser um combustível fóssil que não se recupera. O Brasil lança por ano 4,5 milhões de toneladas de carbono na atmosfera, com as usinas termoelétricas esse indicador chegará a 16 milhões. Para minimizar os efeitos contaminantes da combustão sobre as redondezas, a central dispõe de uma chaminé de grande altura (algumas chegam a 300 m) e de alguns precipitadores que retêm as cinzas e outros resíduos voláteis da combustão. As cinzas são recuperadas para aproveitamento em processos de metalurgia e no campo da construção, onde são misturadas com o cimento.

## Conclusão

A questão é que no Brasil a energia elétrica consumida pela população é fundamentalmente oriunda das hidroelétricas. Ainda não houve o investimento requerido para a perda dessa dependência. Já que se houver um problema com uma hidroelétrica que abasteça uma região em particular, não há energia, nuclear ou eólica de fonte nacional que trabalhe de forma a compensar esse déficit.

Ainda que a energia eólica esteja se disseminando no Nordeste, o potencial brasileiro explorado não chega a 2% de sua capacidade máxima, muito aquém da energia proveniente dos ventos no continente europeu. A energia solar é a mais propícia no território nacional, o clima a potencializa, no entanto o investimento necessário ainda não foi feito.

A questão é que toda e qualquer fonte de energia provocará danos ao ambiente. É física básica: toda ação envolve uma reação. Ter de produzir energia, quer seja por intermédio de fontes finitas ou renováveis produzirá resíduos. A questão é o que fazer com tais resíduos. A natureza é tão harmoniosa que os resíduos que os seres vivos produzem, fazem parte de um ciclo que produzirão outras coisas, e essas coisas produzirão outras. É isso que falta aos métodos de produção de energia utilizados pela sociedade. Não é a sujeira o problema, é o que fazer com ela. É nesse fator que se encontra a limitação. Não importa que se produzam gases estufa com a queima dos combustíveis, contanto que seja criado um fim para

eles. Tem-se o objetivo de amenizar sua emissão, já que o problema ambiental em voga é o efeito estufa e o aquecimento global. Se o problema fosse outro, estar-se-ia buscando alternativas.

Quanto ao Brasil, o investimento em fontes de energia diferentes à oriunda das hidroelétricas não é vantajoso, haja vista, que outras formas de energias renováveis, como solar ou eólica, por exemplo, são muito mais onerosas e com um rendimento muito aquém da energia proveniente das águas. Talvez, num futuro, no qual a energia hidroelétrica não supra a demanda do país, sejam necessárias outras formas de matrizes energéticas em amplitude nacional.

## Referências

ÁLCOOL: Etanol Brasileiro. Disponível em: < <http://www.biodieselbr.com/energia/alcool/etanol.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2010.

BACIAS Hidrográficas Brasileiras. Wikipedia, the Free Encyclopedia: Disponível em: < [http://www.suapesquisa.com/geografia/bacias\\_hidrograficas.htm](http://www.suapesquisa.com/geografia/bacias_hidrograficas.htm)>. Acesso em: 26 nov. 2010.

BIODIESEL. Wikipedia, the Free Encyclopedia: Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Biodiesel>>. Acesso em: 1 dez. 2010.

COMO é o funcionamento de uma usina termoelétrica. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/roberto/energia/ener8.htm>>. Acesso em: 5 set. 2010.

ENERGIA. Disponível em: < <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=materiais-termoeletricos-tem-eficiencia-aumentada-em-40->>>. Acesso em: 3 dez. 2010.

ENERGIA Eólica. Wikipedia, the Free Encyclopedia. Disponível em: < [http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia\\_e%C3%B3lica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_e%C3%B3lica)>. Acesso em: 26 nov. 2010.

ENERGIA eólica. Disponível em: < [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia\\_Eolica\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia_Eolica(3).pdf)>. Acesso em 3 dez. 2010.

ENERGIA eólica. Disponível em: < [http://www.suapesquisa.com/o\\_que\\_e/energia\\_eolica.htm](http://www.suapesquisa.com/o_que_e/energia_eolica.htm)>. Acesso em: 02 dez. 2010.

ENERGIA Nuclear – Wikipedia, the Free Encyclopedia. Disponível em: < [http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia\\_nuclear](http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_nuclear)>. Acesso em: 26 nov. 2010.

ENERGIA nuclear. Disponível em: < <http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/energia.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2010.

EUA reconhecem etanol brasileiro como biocombustível avançado < <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=eua-reconhecem-etanol-brasileiro-como-biocombustivel-avancado>>. Acesso em 3 abr. 2010.

RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M. Biodiesel: Um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. 2010. Disponível em: < <http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio31/biodiesel.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2010.

LISTA de Hidrelétricas Brasileiras. Wikipedia, the Free Encyclopedia. Disponível em: < [http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista\\_de\\_usinas\\_hidrel%C3%A9tricas\\_do\\_Brasil](http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista_de_usinas_hidrel%C3%A9tricas_do_Brasil)>. Acesso em: 26 nov. 2010.

O QUE é uma termoelétrica. Disponível em: < <http://pt.shvoong.com/exact-sciences/physics/1770945-que-uma-termoeletrica/>>. Acesso em: 26 out. 2010.

PRODUÇÃO de Soja no Brasil. Wikipedia, the Free Encyclopedia. Disponível em: < [http://pt.wikipedia.org/wiki/Produ%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_soja\\_no\\_Brasil](http://pt.wikipedia.org/wiki/Produ%C3%A7%C3%A3o_de_soja_no_Brasil)>. Acesso em: 1 dez. 2010.