

CÉSAR AUGUSTO LOTTI LAVEZZO

## **FONTES DE ENERGIA**

Artigo de Publicação para a revista eletrônica  
Gestão em Foco, UNIFIA.

Amparo  
2016

## RESUMO

A disponibilidade de energia nas condições de quantidade e qualidade adequadas, a custos competitivos, tem-se constituído em um dos mais importantes pré-requisitos para o desenvolvimento econômico das nações. Em vista disso, a energia tem sido tratada como um bem de natureza estratégica, e não por acaso a segurança energética tornou-se um dos temas mais relevantes da agenda mundial.

**Palavras-chave:** Matriz energética. Energia. Potencial. Fontes. Impactos ambientais.

## **ABSTRACT**

The availability of energy in adequate quantity and quality conditions, at competitive costs, has made one of the most important prerequisites for the economic development of nations. In view of this, the energy has been treated as an asset of strategic nature, and not by accident energy security has become one of the most important issues on the global agenda.

**Key words:** Energy matrix. Potential energy. Sources. Environmental impacts.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

TEP           Toneladas Equivalentes de Petróleo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>TENDÊNCIAS E TRANSFORMAÇÕES</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA: UMA PROSPECTIVA</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>VISÃO AGREGADA DO SETOR ENERGÉTICO</b> .....	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIA</b> .....	<b>10</b>
5.1	ENERGIA SOLAR .....	11
5.1.1	Definição .....	11
5.2	ENERGIA EÓLICA.....	11
5.2.1	Definição .....	11
5.3	ENERGIA GEOTÉRMICA.....	12
5.3.1	Definição .....	12
5.4	ENERGIA ELÉTRICA .....	12
5.4.1	Definição .....	12
5.4.1.1	<i>Importante</i> .....	13
5.4.1.2	<i>Curiosidades</i> .....	13
5.5	ENERGIA SOLAR .....	13
5.5.1	Definição .....	13
5.5.2	Energia solar fototérmica.....	14
5.5.3	Energia solar fotovoltaica .....	15
<b>6</b>	<b>ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS</b> .....	<b>16</b>
6.1	FONTES COMPLEMENTARES DE ENERGIA.....	16
<b>7</b>	<b>ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS</b> .....	<b>17</b>
7.1	ÁLCOOL COMBUSTÍVEL .....	17
7.2	A ENERGIA DO MAR .....	18
7.3	A ENERGIA DAS ONDAS.....	18
7.4	ENERGIA DAS MARES .....	19
7.5	ENERGIA DAS CORRENTAS MARÍTIMAS .....	19
7.6	A ENERGIA DOS VENTOS .....	20
7.7	BIODIESEL.....	22
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>24</b>
	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>25</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em nosso planeta encontramos diversos tipos de fontes de energia. Elas podem ser renováveis ou esgotáveis. Por exemplo, a energia solar e a eólica (obtida através dos ventos) fazem parte das fontes de energia inesgotáveis. Por outro lado, os combustíveis fósseis (derivados do petróleo e do carvão mineral) possuem uma quantidade limitada em nosso planeta, podendo acabar caso não haja um consumo racional.

É consenso que, o desenvolvimento energético trouxe “a reboque” um custo ambiental que de pequeno não tem nada. Após, séculos e mais séculos de emissão de gases tóxicos à atmosfera (causadores do efeito estufa, principalmente), degradação de grandes extensões de terras e poluição de importantes mananciais de água; vê-se atualmente, um ainda tímido movimento de grupos de indivíduos preocupados com a questão ambiental. Na realidade, isto tem relação com a própria sobrevivência do gênero humano, tendo em vista a ameaça de esgotamento de recursos naturais importantes que podem colocar a vida humana em questão.

Infelizmente, os países mais poluidores do mundo, como Estados Unidos, China, Japão, entre outros, são os menos preocupados com o meio ambiente. Entretanto, um número significativo de nações vem desenvolvendo metas para a redução gradual da emissão de poluentes, como o gás carbônico ou o cloro-flúor-carbono (CFC). Iniciativas como estas são afirmadas em acordos como o Protocolo de Kyoto, assinado em 1997.

## **2 TENDÊNCIAS E TRANSFORMAÇÕES**

Um dos principais problemas do mundo atual é o aquecimento global causado pela emissão de gases de efeito estufa em atividades geralmente ligadas ao consumo de derivados de petróleo. Este problema tem ganhado mais atenção da comunidade internacional nos últimos anos, apesar da postura dos EUA em não assinar o protocolo de Kyoto e da China, em forte expansão industrial sem dar muita atenção para a questão ambiental.

O fato relevante aqui é que tem ocorrido um movimento de substituição do petróleo por outros produtos em algumas áreas. Como combustível automotivo, cada vez mais alternativo menos poluidoras, como álcool e gás natural, são usadas no lugar da gasolina. Na geração de energia elétrica, observa-se crescentemente a participação de energias limpas como solar, eólica e hidráulica.

Porém, o petróleo continuará sendo, ainda por muitos anos, um recurso estratégico para as nações e esta indústria uma das maiores do mundo, movimentando bilhões e envolvendo condições geopolíticas explosivas no mundo.

### **3 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA: UMA PROSPECTIVA**

Desde a Revolução Industrial, a competitividade econômica dos países e a qualidade de vida de seus cidadãos são intensamente influenciadas pela energia. Em um mercado global e em face das crescentes preocupações com o meio ambiente, essa influência se mostra cada vez mais decisiva. Nesse contexto, as economias que melhor se posicionam quanto ao acesso a recursos energéticos de baixo custo e de baixo impacto ambiental obtêm importantes vantagens comparativas. Nas próximas décadas, essa questão se apresenta para o Brasil a um só tempo como um desafio e uma oportunidade. Desafio, porque o desenvolvimento econômico e social demandará uma expressiva quantidade de energia e com isso um alto grau de segurança e de sustentabilidade energéticas. Oportunidade, porque o Brasil dispõe de condições especialíssimas de recursos energéticos renováveis e de tecnologia para transformar suas riquezas naturais em energia e dessa forma agregar valor à sua produção de riqueza.

Para enfrentar esse desafio e aproveitar essa oportunidade, é necessário orientar e catalisar esforços de investidores, empreendedores e consumidores do setor energético, visando uma adequada interação entre esses atores. Nesse sentido, é fundamental a contribuição das instituições e equipes responsáveis pelo planejamento energético nacional, antecipando as situações, mapeando as alternativas, sugerindo estratégias, enfim, norteando as decisões. As necessárias transformações no setor energético nacional nos próximos 25 anos compreendem capacitação tecnológica, capacidade de gestão e inovação, viabilização de recursos para os investimentos e capacidade de articulação institucional, entre outras ações. O presente artigo apresenta uma prospectiva do setor para esse período a partir de estudos desenvolvidos pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE).



#### 4 VISÃO AGREGADA DO SETOR ENERGÉTICO

Ao longo do século XX o Brasil experimentou intenso desenvolvimento econômico, que se refletiu numa crescente demanda de energia primária. Entre os fatores que determinaram tal crescimento alinham-se um expressivo processo de industrialização, com a instalação de plantas energo-intensivas, e uma notável expansão demográfica, acompanhada de rápido aumento da taxa de urbanização. Considerando-se apenas o período a partir de 1970, a série histórica da evolução do consumo de energia e do crescimento populacional indica que naquele ano a demanda de energia primária era inferior a 70 milhões de TEP (toneladas equivalentes de petróleo), enquanto a população atingia 93 milhões de habitantes. Em 2000 a demanda de energia quase triplicou, alcançando 190 milhões de TEP, e a população ultrapassava 170 milhões de habitantes.

Note-se que o crescimento econômico não foi uniforme durante o período. A taxa média anual, de 3,5%, oscilou de 5,5% em 1970-80 a 2,2% e 3% nas décadas seguintes, quando o crescimento apresentou volatilidade em razão de crises macroeconômicas. No entanto, mesmo nos períodos de taxas menores — como aqueles que se seguiram aos planos Cruzado e Real — sempre se verificou significativa expansão do consumo de energia nos intervalos em que houve uma expansão mais vigorosa da economia. Isso indica que em um ambiente de maior crescimento econômico deve se esperar maior crescimento da demanda de energia.

Em conformidade com a prospectiva que se podem formular para a economia brasileira, os estudos de longo prazo conduzidos pela EPE apontam forte crescimento da demanda de energia nos próximos 25 anos. Estima-se que a oferta interna de energia crescerá a 5% ao ano no período 2005-10 e que nos anos subsequentes haverá um crescimento menor — de 3,6% e 3,4% ao ano nos períodos 2010-20 e 2020-30, respectivamente —, devido, sobretudo a uma maior eficiência energética tanto do lado da demanda como da oferta. No entanto, esse crescimento deve ser qualitativamente diferente. Além de um crescimento sustentado, pode-se esperar um aumento muito mais intenso da renda *per capita* e também uma melhor distribuição de renda. Esses fatores, aos quais se soma o consumo de energia *per capita*, atualmente muito baixo para os padrões mundiais (de 1.190 TEP/10<sup>3</sup> hab.), justificam o crescimento da demanda nacional de energia para 3,8% ao ano em 2030, superando 550 milhões de TEP.

## 5 PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIA

- **Energia hidráulica** – é a mais utilizada no Brasil em função da grande quantidade de rios em nosso país. A água possui um potencial energético e quando represada ele aumenta. Numa usina hidrelétrica existem turbinas que, na queda d'água, fazem funcionar um gerador elétrico, produzindo energia. Embora a implantação de uma usina provoque impactos ambientais, na fase de construção da represa, esta é uma fonte considerada limpa.

- **Energia fóssil** – formada a milhões de anos a partir do acúmulo de materiais orgânicos no subsolo. A geração de energia a partir destas fontes costuma provocar poluição, e esta, contribui com o aumento do efeito estufa e aquecimento global. Isto ocorre principalmente nos casos dos derivados de petróleo (diesel e gasolina) e do carvão mineral. Já no caso do gás natural, o nível de poluentes é bem menor.

- **Energia solar** – ainda pouco explorada no mundo, em função do custo elevado de implantação, é uma fonte limpa, ou seja, não gera poluição nem impactos ambientais. A radiação solar é captada e transformada para gerar calor ou eletricidade.

- **Energia de biomassa** – é a energia gerada a partir da decomposição, em curto prazo, de materiais orgânicos (esterco, restos de alimentos, resíduos agrícolas). O gás metano produzido é usado para gerar energia.

- **Energia eólica** – gerada a partir do vento. Grandes hélices são instaladas em áreas abertas, sendo que, os movimentos delas geram energia elétrica. É uma fonte limpa e inesgotável, porém, ainda pouco utilizada.

- **Energia nuclear** – o urânio é um elemento químico que possui muita energia. Quando o núcleo é desintegrado, uma enorme quantidade de energia é liberada. As usinas nucleares aproveitam esta energia para gerar eletricidade. Embora não produza poluentes, a quantidade de lixo nuclear é um ponto negativo. Os acidentes em usinas nucleares, embora raros, representam um grande perigo.

- **Energia geotérmica** – nas camadas profundas da crosta terrestre existe um alto nível de calor. Em algumas regiões, a temperatura pode superar 5.000°C. As usinas

podem utilizar este calor para acionar turbinas elétricas e gerar energia. Ainda é pouco utilizada.

- **Energia gravitacional** – gerada a partir do movimento das águas oceânicas nas marés. Possui um custo elevado de implantação e, por isso, é pouco utilizada. Especialistas em energia afirmam que, no futuro, esta, será uma das principais fontes de energia do planeta.

## 5.1 ENERGIA SOLAR

### 5.1.1 Definição

Energia solar é aquela proveniente do Sol (energia térmica e luminosa). Esta energia é captada por painéis solares, formados por células fotovoltaicas, e transformada em energia elétrica ou mecânica. A energia solar também é utilizada, principalmente em residências, para o aquecimento da água.

A energia solar é considerada uma fonte de energia limpa e renovável, pois não polui o meio ambiente e não acaba.

A energia solar ainda é pouco utilizada no mundo, pois o custo de fabricação e instalação dos painéis solares ainda é muito elevado. Outro problema é a dificuldade de armazenamento da energia solar.

## 5.2 ENERGIA EÓLICA

### 5.2.1 Definição

Energia eólica é aquela gerada pelo vento. Desde a antiguidade este tipo de energia é utilizado pelo homem, principalmente nas embarcações e moinhos. Atualmente, a energia eólica, embora pouco utilizada, é considerada uma importante fonte de energia por se tratar de uma fonte limpa (não gera poluição e não agride o meio ambiente).

Grandes turbinas (aerogeradores), em formato de cata-vento, são colocadas em locais abertos e com boa quantidade de vento. Através de um gerador, o movimento destas turbinas gera energia elétrica.

Atualmente, apenas 1% da energia gerada no mundo provém deste tipo de fonte. Porém, o potencial para exploração é grande.

## 5.3 ENERGIA GEOTÉRMICA

### 5.3.1 Definição

Energia geotérmica, também conhecida como geotermal, é aquela gerada através do calor proveniente do interior da Terra. Esse calor é transformado, na usina geotérmica, em eletricidade.

A energia geotérmica é considerada uma fonte renovável e limpa, pois gera baixos índices de poluição no meio ambiente. Podem ser obtida através das rochas secas quentes, rochas úmidas quentes e vapor quente.

Este tipo de energia deve ser aproveitado através de medidas cuidadosas com relação ao meio ambiente, pois pode provocar instabilidade geológica caso seja feita de forma inadequada. Outra providência é o tratamento de água proveniente das camadas subterrâneas, pois pode conter grande quantidade de minérios que prejudicam a saúde.

## 5.4 ENERGIA ELÉTRICA

### 5.4.1 Definição

A energia elétrica é uma das formas de energia mais utilizadas no mundo. Ela é gerada, principalmente, nas usinas hidrelétricas, usando o potencial energético da água. Porém ela pode ser produzida também em usinas eólicas, termoelétricas, solares, nucleares entre outras.

A energia elétrica é baseada na produção de diferenças de potencial elétrico entre dois pontos. Estas diferenças possibilitam o estabelecimento de uma corrente elétrica entre estes dois pontos.

A energia elétrica, para chegar ao consumidor final, depende de uma eficiente rede elétrica, composta por fios e torres de transmissão.

A energia elétrica é de fundamental importância para o desenvolvimento das sociedades atuais. Ela pode ser convertida para gerar luz, força para movimentar motores e fazer funcionar diversos produtos elétricos e eletrônicos que possuímos em casa (computador, geladeira, micro-ondas, chuveiro, etc.).

A energia elétrica, produzida através das águas, sol e vento é considerada uma forma de energia limpa, pois apresenta baixos índices de produção de poluentes em todas as fases de

produção, distribuição e consumo. Além disso, é uma fonte renovável, pois nunca irá se esgotar como acontecerá um dia com o petróleo.

#### *5.4.1.1 Importante*

A energia elétrica é extremamente perigosa. Somente profissionais habilitados devem ter acesso a suas fontes de produção, armazenamento e distribuição. Um simples fio de energia elétrica pode provocar um choque e levar uma pessoa à morte.

#### *5.4.1.2 Curiosidades*

A energia elétrica é a mais utilizada no Brasil atualmente, devido a grande quantidade de usinas hidrelétricas instaladas em diversos rios do Brasil.

A maior usina hidrelétrica do Brasil é a Usina de Itaipu, porém ela é binacional, ou seja, do Brasil e do Paraguai.

Já existem vários modelos de automóveis movidos à energia elétrica. Além de não emitirem poluição, estes carros possuem a vantagem de serem silenciosos. Nestes veículos, a energia elétrica é armazenada em baterias.

### 5.5 ENERGIA SOLAR

#### 5.5.1 Definição

O sol é fonte de energia renovável, o aproveitamento desta energia tanto como fonte de calor quanto de luz, é uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentarmos os desafios do novo milênio.

A energia solar é abundante e permanente, renovável a cada dia, não polui e nem prejudica o ecossistema. A energia solar é a solução ideal para áreas afastadas e ainda não eletrificadas, especialmente num país como o Brasil onde se encontram bons índices de insolação em qualquer parte do território.

A Energia Solar soma características vantajosamente positivas para o sistema ambiental, pois o Sol, trabalhando como um imenso reator à fusão irradia na terra todos os dias um potencial energético extremamente elevado e incomparável a qualquer outro sistema de energia, sendo a fonte básica e indispensável para praticamente todas as fontes energéticas utilizadas pelo homem.

O Sol irradia anualmente o equivalente a 10.000 vezes a energia consumida pela população mundial neste mesmo período. Para medir a potência é usada uma unidade chamada quilowatt. O Sol produz continuamente 390 sextilhões ( $390 \times 10^{21}$ ) de quilowatts de potência. Como o Sol emite energia em todas as direções, um pouco desta energia é desprendida, mas mesmo assim, a Terra recebe mais de 1.500 quatrilhões ( $1,5 \times 10^{18}$ ) de quilowatts-hora de potência por ano.

A energia solar é importante na preservação do meio ambiente, pois tem muitas vantagens sobre as outras formas de obtenção de energia, como: não ser poluente, não influir no efeito estufa, não precisar de turbinas ou geradores para a produção de energia elétrica, mas tem, como desvantagem, a exigência de altos investimentos para o seu aproveitamento. Para cada 1 metro quadrado de coletor solar instalado evita-se a inundação de 56 metros quadrados de terras férteis, na construção de novas usinas hidrelétricas. Uma parte do milionésimo de energia solar que nosso país recebe durante o ano poderia nos dar um suprimento de energia equivalente a:

- 54% do petróleo nacional
- 2 vezes a energia obtida com o carvão mineral
- 4 vezes a energia gerada no mesmo período por uma usina hidrelétrica.

### 5.5.2 Energia solar fototérmica

Está diretamente ligado na quantidade de energia que um determinado corpo é capaz de absorver, sob a forma de calor, a partir da radiação solar incidente no mesmo. A utilização dessa forma de energia implica saber captá-la e armazená-la. Os coletores solares são equipamentos que tem como objetivo específico utilizar a energia solar fototérmica.

Os coletores solares são aquecedores de fluídos (líquidos ou gasosos) e são classificados em coletores concentradores e coletores planos em função da existência ou não de dispositivos de concentração da radiação solar. O fluído aquecido é mantido em reservatórios termicamente isolados até o seu uso final (água aquecida para banho, ar quente para secagem de grãos, gases para acionamento de turbinas, etc.).

Os coletores solares planos são largamente utilizados para aquecimento de água em residências, hospitais, hotéis etc. devido ao conforto proporcionado e à redução do consumo de energia elétrica.

### 5.5.3 Energia solar fotovoltaica

A Energia Solar Fotovoltaica é a energia da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico). O efeito fotovoltaico é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão.

Atualmente o custo das células solares é um grande desafio para a indústria e o principal empecilho para a difusão dos sistemas fotovoltaicos em larga escala. A tecnologia fotovoltaica está se tornando cada vez mais competitiva, tanto porque seus custos estão decrescendo, quanto porque a avaliação dos custos das outras formas de geração está se tornando mais real, levando em conta fatores que eram anteriormente ignorados, como a questão dos impactos ambientais.

O atendimento de comunidades isoladas tem impulsionado a busca e o desenvolvimento de fontes renováveis de energia. No Brasil, por exemplo, 15% da população não possuem acesso à energia elétrica. Coincidentemente, esta parcela da população vive em regiões onde o atendimento por meio da expansão do sistema elétrico convencional é economicamente inviável. Trata-se de núcleos populacionais esparsos e pouco densos, típicos das regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte.

No Brasil a geração de energia elétrica por conversão fotovoltaica teve um impulso notável, através de projetos privados e governamentais, atraindo interesse de fabricantes pelo mercado brasileiro. A quantidade de radiação incidente no Brasil é outro fator muito significativo para o aproveitamento da energia solar.

## **6 ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS**

### **6.1 FONTES COMPLEMENTARES DE ENERGIA**

A energia sempre teve um papel indispensável como base para o desenvolvimento do ser humano, até mesmo na forma mais elementar da utilização da biomassa, quando nossos ancestrais foram surpreendidos com a descoberta do fogo. Muito embora, na atualidade, seja claro a crescente dependência mundial dos meios de geração de energia a partir de meios mais difundidos, seja por convenções políticas ou necessidades econômicas, o cenário mundial aponta para a necessidade da adesão a fontes alternativas da geração de energia em contraponto à crise do petróleo e problemas climáticos. Isto se deve ao fato de que essas fontes apresentam índice de degradação ambiental considerado baixo, em relação às fontes mais utilizadas, ou até mesmo, nulas.

Além disso, problemas como crises de abastecimento vêm tornando-se mais comum, de acordo com as peculiaridades naturais, políticas e econômicas de cada país ou região, causando impactos socioeconômicos.

Da lista dessas fontes alternativas, já apresentam tímida utilização em alguns países a geração de energia eólica e de energia solar, que, assim como, a energia hidráulica para serem efetivamente utilizadas de forma sustentável, tem de ser implantados em regiões com vantagens naturais específicas para cada tipo. E, outras variadas fontes passam a ingressar na matriz energética de forma incipiente com projeções de notável peso na composição total da matriz e outras fontes em fase de desenvolvimento.

Fontes alternativas: energia solar, energia eólica, biomassa, pequenas hidrelétricas, maré-motriz, células a combustível, geotérmica.



## 7 ENERGIAS ALTERNATIVAS

### 7.1 ÁLCOOL COMBUSTÍVEL

É um produto renovável e limpo que contribui para a redução do efeito estufa e diminui substancialmente a poluição do ar, minimizando os seus impactos na saúde pública. No Brasil, o uso intenso do álcool restringe a emissão de poluentes da crescente frota de veículos, principalmente de monóxido de carbono, óxidos de enxofre, compostos orgânicos tóxicos como o benzeno e compostos de chumbo.

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 se presume 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.

O álcool pode ser obtido de diversas formas de biomassa, sendo a cana-de-açúcar a realidade econômica atual. Investimentos portentosos estão sendo efetuados para viabilizar a produção de álcool a partir de celulose, sendo estimado que, em 2020, cerca de 30 bilhões de litros de álcool poderiam ser obtidos desta fonte, apenas nos EUA. O benefício ambiental associado ao uso de álcool é enorme, pois cerca de 2,3 ton. de CO<sub>2</sub> deixam de ser emitidas para cada tonelada de álcool combustível utilizado, sem considerar outras emissões, como o SO<sub>2</sub>.

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.

Apesar de todo o potencial para a cogeração, a partir do aumento da eficiência energética das usinas, a produção de energia elétrica é apenas uma das alternativas para o uso do bagaço. Também estão em curso pesquisas para transformá-lo em álcool (hidrólise lignocelulósica), em biodiesel, ou mesmo, para o seu melhor aproveitamento pela indústria moveleira e para a fabricação de ração animal.

Problemas:

- Monocultura de cana-de-açúcar;
- Primitivo processo de colheita (queima);
- Mão-de-obra (condição social e trabalhista).

## 7.2 A ENERGIA DO MAR

Dentro da procura por energias alternativas uma das soluções pode ser a obtenção de energia através dos oceanos. Neste momento, o aproveitamento da energia do mar é apenas experimental e raro. Mas como é que se obtém energia a partir dos mares? Existem três maneiras de produzir energia usando o mar: as ondas, as marés ou deslocamento das águas e as diferenças de temperatura dos oceanos.

## 7.3 A ENERGIA DAS ONDAS

A energia cinética do movimento ondulatório pode ser usada para pôr uma turbina a funcionar.

A ação dos ventos sobre a superfície do mar é a causa da formação das ondas. Depois de formadas, as ondas viajam pelo alto mar até encontrar as águas comparativamente mais rasas, próximas a terra. Nesse encontro, a onda percebe uma resistência em sua base que faz sua altura aumentar. A crista da onda não está sujeita a essa resistência e à medida que o fundo se torna mais raso, ela tende a prosseguir com maior velocidade fazendo então com que a onda quebre. Se o fundo do mar é rochoso, como no Havaí, as ondas alcançam grande altura; já na areia, a energia é absorvida, do que resultam ondas menores.

Princípio de funcionamento:

A maioria dos projetos usa o mesmo princípio, onde a onda pressiona um corpo oco, comprimindo o ar ou um líquido, ou seja, a energia cinética do movimento ondular move uma turbina ligada a um gerador. A energia mecânica da turbina é transformada em energia elétrica através do gerador. Quando a onda se desfaz e a água recua o ar desloca-se em sentido contrário passando novamente pela turbina entrando na câmara por comportas especiais normalmente fechadas.

A exploração da enorme reserva energética das ondas representa um domínio de inovação, onde quase tudo ainda está por fazer. Em teoria, se fosse possível equipar os litorais do planeta com conversores energéticos, as centrais elétricas existentes poderiam ser desativadas.

#### 7.4 ENERGIA DAS MARÉS

O nível do mar não é o mesmo em todos os dias. A energia da deslocação das águas do mar é outra fonte de energia. Esse fenômeno - movimento de subida e descida das águas recebe o nome de maré. As marés são influenciadas pela força gravitacional do Sol e da Lua. As usinas que aproveitam as variações de nível entre as marés alta e baixa são chamadas de usinas maremotrizes.

Para se aproveitar energia das marés constrói uma barragem num local mais conveniente, onde seu comprimento seja o menor possível instalando comportas e turbinas apropriadas. Quando a maré esta subindo abrem-se as comportas e a água é represada passando através da turbina, e produzindo energia elétrica. O fechamento das comportas ocorre quando a maré estiver num ponto mais alto. Após o recuo da maré até um determinado nível, se solta à água represada através das turbinas, gerando energia elétrica novamente.

A construção das barragens das usinas maremotrizes ocasionará alterações nos níveis das marés, correntes de marés, e no ecossistema dos locais próximos ou mesmo distantes da barragem.

Para que este sistema funcione bem são necessárias marés e correntes fortes. Tem que haver um aumento do nível da água de pelo menos 5,5 metros da maré baixa para a maré alta. Existem poucos sítios no mundo onde se verifique tamanha mudança nas marés.

#### 7.5 ENERGIA DAS CORRENTES MARÍTIMAS

Podem-se usar as diferenças de temperatura para produzir energia, no entanto, são necessárias diferenças de 38° Fahrenheit entre a superfície e o fundo do oceano.

As correntes marítimas são provocadas por um aquecimento não homogêneo das camadas superficiais dos oceanos pela radiação solar. Essas correntes comportam energias cinéticas consideráveis, mas pouco densas, e são assim difíceis de explorar, sendo os melhores lugares para exploração os Estreitos, por exemplo, o Estreito de Gibraltar. Diante da costa da Florida, a Corrente do Golfo é particularmente densa e poderia servir para acionar geradores de corrente; a velocidade da corrente aproximadamente 30 Km/h antes da costa atinge cerca de 10 Km/h, calcula-se que com 50 turbinas de 150 metros de diâmetro cada uma, seria possível produzir uma potência de 20 000 MW, ou 20 vezes a potência de uma grande centra convencional.

## 7.6 A ENERGIA DOS VENTOS

Os ventos são gerados pelo aquecimento diferenciado da superfície terrestre, que pode ter suas causas devido ao movimento Terrestre e à orientação dos raios solares. Dessa forma, a radiação solar está intimamente ligada ao processo de obtenção de energia através dos ventos, energia esta conhecida como Energia Eólica. Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, ou seja, o vento que se movimenta através das turbinas, cata-ventos ou moinhos eólicos faz os mesmos girarem, produzindo assim energia elétrica ou mecânica.

Desde a antiguidade a Energia Eólica é utilizada com diversos objetivos dentre os quais podemos destacar o bombeamento de água, moagem de grãos e outras aplicações que envolvem energia mecânica. O interesse em se utilizar a energia eólica para gerar eletricidade só despertou mais recentemente, principalmente pelo fato de ter ocorrido na década de 1970 à crise Internacional do petróleo. A partir daí houve investimentos suficientes para viabilizar o desenvolvimento e aplicação de equipamentos em escala comercial sendo que a primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi instalada em 1976, na Dinamarca.

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. Porém, uma primeira estimativa do potencial bruto ou teórico de aproveitamento da energia eólica em alguma região pode ser obtida coletando-se dados em aeroportos ou em estações meteorológicas, por exemplo. Para que possamos aproveitar a energia eólica com bom rendimento é necessário encontrar os locais onde a velocidade média do vento seja em torno de pelo menos 7 a 8 m/s a uma altura de 50m. Já considerando as restrições socioambientais, estima-se que o potencial eólico bruto mundial seja de aproximadamente 53.000 TWh, o que significa quatro vezes o consumo elétrico do planeta.

Decorrentes da inclinação do eixo da Terra em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol (23,5 graus é o ângulo de inclinação) trazendo como consequência uma variação na distribuição da radiação pela superfície do planeta têm o surgimento de ventos dos ventos continentais ou periódicos compreendidos pelas monções e brisas, importantes ao se planejar utilizar a energia eólica. As monções são ventos periódicos que sopram em determinada direção em determinada estação do ano e no sentido inverso em outra estação. Já as brisas são ventos periódicos decorrentes das diferenças de temperaturas entre o mar e o continente, causadas pelas diferentes capacidades de refletir, absorver e emitir o calor recebido do Sol.

No período diurno temos a brisa marítima que sopra do mar para o continente, à noite temos a brisa terrestre direcionada do continente para o mar.

Outro tipo de vento importante nos estudos sobre energia eólica é os Ventos Locais. Estes são ventos que sopram em determinadas regiões e são resultantes das condições locais, que os tornam bastante individualizados. Um exemplo bem conhecido desse tipo de vento é encontrado em regiões de vale e montanha. As trocas entre ares quentes e frios provenientes ora dos vales, ora das montanhas, durante o dia e a noite, causam os ventos nesses locais.

O fator mais importante para se instalar as turbinas eólicas são a velocidade média do vento, como já citado acima, e a direção do vento, pois estas auxiliam na determinação da localização das turbinas em um parque eólico. Também devido à interferência das esteiras da turbina, efeito de “sombra”, torna-se fundamental o conhecimento da direção predominante dos ventos.

Os componentes de um sistema eólico são basicamente: o vento, o rotor (responsável por transformar a energia cinética do vento em energia mecânica de rotação), a transmissão e a caixa multiplicadora (responsáveis por transmitir a energia entregue pelo rotor até a carga), o gerador elétrico (responsável pela conversão da energia mecânica em energia elétrica), o mecanismo de controle, a torre de sustentação, o sistema de armazenamento e o transformador (responsável pelo acoplamento elétrico entre o aereogerador e a rede elétrica).

Teoricamente, 59,3% da energia contida no fluxo de ar podem ser extraída por uma turbina eólica de acordo com o fator de Betz ( $16/27$ ). No entanto perdas relacionadas aos componentes do sistema eólico diminuem ainda mais esse número. Ao contrário do que se pode imaginar o aproveitamento da energia dos ventos não aumenta linearmente com o aumento da velocidade do vento. Na verdade existe uma “velocidade ideal” de funcionamento eficiente do sistema e velocidades diferentes destas, tanto para baixo quanto para cima, diminuem o aproveitamento de energia.

No início da utilização do sistema eólico, foram empregadas turbinas de vários tipos, porém com o passar do tempo consolidou-se o projeto de turbinas eólicas com as seguintes características: eixo de rotação horizontal, três pás, alinhamento ativo, gerador de indução e estrutura não flexível. Entretanto, algumas características desse projeto ainda continuam gerando polêmica.

Quanto à aplicação dos sistemas eólicos, eles podem ser utilizados em três aplicações distintas: sistemas isolados, sistemas híbridos e sistemas interligados à rede. Os sistemas isolados de pequeno porte, em geral, utilizam alguma forma de armazenamento de energia, que pode ser feito através de baterias e são compostos apenas pelo sistema eólico como

geradores de energia. Os sistemas híbridos são aqueles que apresentam mais de uma fonte de energia, por exemplo: turbinas eólicas, geradores Diesel, módulos fotovoltaicos, entre outras o que aumenta a complexidade do sistema e exige a otimização do uso de cada uma das fontes. Em geral, os sistemas híbridos são empregados em sistemas de médio porte destinados a atender um número maior de usuários. Já os sistemas interligados à rede, como o próprio nome sugere, entregam toda a energia gerada diretamente à rede elétrica e dessa forma não necessitam de sistemas de armazenamento de energia. Estes sistemas representam uma fonte complementar ao sistema elétrico de grande porte ao qual estão interligados.

Quanto aos impactos socioambientais apresentam como fatores positivos o atendimento por parte das pequenas centrais de pequenas localidades distantes da rede, contribuindo para o processo de universalização do atendimento. Já as centrais de grande porte, podem substituir as usinas térmicas ou hidrelétricas, por exemplo, contribuindo dessa forma para a redução da emissão de poluentes atmosféricos e diminuindo a necessidade da construção de grandes reservatórios.

Como fatores negativos apresentam incômodos sonoros (devido ao ruído dos rotores), a poluição visual (decorrentes do agrupamento de torres e aero geradores, principalmente no caso de centrais eólicas com um número considerável de turbinas, também conhecidas como fazendas eólicas) e a possibilidade de interferências eletromagnéticas, que podem causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados (rádio, televisão etc.). Apesar de efeitos negativos, como alterações na paisagem natural, esses impactos tendem a atrair turistas, gerando renda, emprego, arrecadações e promovendo o desenvolvimento regional.

## 7.7 BIODIESEL

Biodiesel é uma alternativa aos combustíveis derivados do petróleo. Pode ser usado em carros e qualquer outro veículo com motor diesel. Fabricado a partir de fontes renováveis (girassol, soja, mamona), é um combustível que emite menos poluentes que o diesel.

As matérias-primas para a produção de biodiesel são: óleos vegetais, gordura animal, óleos e gorduras residuais. Óleos vegetais e gorduras são basicamente compostos de triglicerídeos, ésteres de glicerol e ácidos graxos.

Algumas fontes para extração de óleo vegetal que podem ser utilizadas: baga de mamona, polpa do dendê, amêndoa do coco de dendê, amêndoa do coco de babaçu, sementes variadas: de girassol, de canola, de maracujá, de linhaça, de tomate e de nabo forrageiro,

amêndoa do coco da praia, caroço de algodão, grão de amendoim, polpa de abacate, caroço de oiticica, entre outras. Embora algumas plantas nativas apresentem bons resultados em laboratórios, como o pequi, o buriti e a macaúba, sua produção é extrativista e não há plantios comerciais que permitam avaliar com precisão as suas potencialidades. Isso levaria certo tempo, uma vez que a pesquisa agropecuária nacional ainda não desenvolveu pesquisas com foco no domínio dos ciclos botânico e agrônômico dessas espécies.

Entre as gorduras animais destacam-se: o sebo bovino, os óleos de peixes, o óleo de mocotó, a banha de porco, entre outros, são exemplos de gordura animal com potencial para produção de biodiesel. Os óleos e gorduras residuais, resultantes de processamento doméstico, comercial e industrial também podem ser utilizados como matéria-prima.

Os óleos de frituras representam um grande potencial de oferta. Um levantamento primário da oferta de óleos residuais de frituras, suscetíveis de serem coletados, revela um potencial de oferta no país superior a 30 mil toneladas por ano.

Algumas possíveis fontes dos óleos e gorduras residuais são: lanchonetes e cozinhas industriais, indústrias onde ocorre a fritura de produtos alimentícios, os esgotos municipais onde a nata sobrenadante é rica em matéria graxa e águas residuais de processos de indústrias alimentícias.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De fato, o Brasil é uma nação com nível de desenvolvimento ainda insuficiente, ao qual se associam um baixo consumo específico de energia, carência de infraestrutura energética e concentração do uso das riquezas naturais. O posicionamento do país no cenário internacional é um fator essencial para o esforço de reverter esse quadro. Historicamente, o Brasil apresenta uma importante vantagem comparativa no setor energético, relacionada à abundância de recursos naturais a baixos custos em termos relativos. A questão que se coloca para o país os próximos anos é: qual desafio estará enfrentando e qual ação terá de empreender para manter essa vantagem comparativa?

Nesse contexto, o Estado tem assumido papel essencial na condução dos rumos do setor energético, especialmente em relação a barreiras de mercado e a conflitos de interesses entre os vários agentes que atuam nesse mercado. Essa ação vem sendo claramente empreendida na direção da redução da pobreza e da ampliação do acesso à energia às camadas sociais menos desfavorecidas. Mais recentemente, a preocupação com os impactos ambientais da produção e do uso da energia, em especial as emissões de gases e seus efeitos sobre o clima do planeta, tem reforçado a necessidade de regulação e da definição de políticas especificamente orientadas para assegurar a sustentabilidade do desenvolvimento econômico, o que decerto exige planejamento e ação governamental.

Daí a importância do desenvolvimento de estudos para o planejamento energético de longo prazo, mediante os quais, com base no diagnóstico do quadro econômico e energético internacional e doméstico, podem-se identificar tendências e elementos que permitem orientar a definição de políticas públicas voltadas a assegurar uma disponibilidade energética adequada, a universalização do acesso à energia, o uso mais eficiente desse recurso, a minimização de seus custos e sua sustentabilidade ambiental. O setor energético brasileiro não pode prescindir de um processo de conhecimento contínuo, sistematizado e dinâmico em face dos desafios de criar condições para a rápida expansão de oferta que se avizinha e de implantar o processo de diversificação da matriz energética, fundamental como posicionamento estratégico perante o panorama energético mundial.



## REFERÊNCIAS

BERMANN, Célio. **Energia no Brasil, para que? Para quem?:** crise e alternativa para um país sustentável. São Paulo: Livraria da Física, 2002.

SANTOS, Marco Aurélio dos. **Fontes de energia nova e renovável.** Brasil: LTC, 2013.

BRANCO, Samuel Murgel. **Energia e meio ambiente.** Brasil: Moderna, 2004.

FARRET, Felix Alberto. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia.** Brasil: UFSM, 2004.

OLIVEIRA, Adilson de. **Fontes renováveis de energia, engenharia ambiental.** Senac-SP, 2012.

TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. **Meio ambiente, ecologia, energia.** Brasil: Interciência, 2003

GOLDEMBERG, José. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento.** Brasil: EDUSP, 2008.