



PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE A PARTIR DA ENERGIA MAREMOTRIZ

Wagner Marques Tavares
Consultor Legislativo da Área XII
Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos

ESTUDO
MARÇO/2005



Câmara dos Deputados
Praça 3 Poderes
Consultoria Legislativa
Anexo III - Térreo
Brasília - DF



SUMÁRIO

A Energia das Marés para a Geração de Energia Elétrica	3
Da viabilidade da implantação de projeto de geração de energia maremotriz ou a partir de outras fontes alternativas	7
Alternativas para atuação do Parlamentar no que se refere às fontes alternativas de energia.....	9
Conclusões.....	9
Referências.....	10

© 2005 Câmara dos Deputados.

Todos os direitos reservados. Este trabalho poderá ser reproduzido ou transmitido na íntegra, desde que citados o autor e a Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. São vedadas a venda, a reprodução parcial e a tradução, sem autorização prévia por escrito da Câmara dos Deputados.

Este trabalho é de inteira responsabilidade de seu autor, não representando necessariamente a opinião da Câmara dos Deputados.

PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE A PARTIR DA ENERGIA MAREMOTRIZ

Wagner Marques Tavares

No decorrer deste trabalho, trataremos inicialmente da geração de energia elétrica a partir da fonte maremotriz. Em seguida demonstraremos que a produção de eletricidade a partir de outras fontes alternativas é viável, apresentando exemplos de sua aplicação atual e de mecanismos já implantados visando à sua promoção. Por fim, citaremos exemplos de proposições sobre energias alternativas que tramitam no Congresso Nacional e comentaremos sobre opções de que dispõe o Parlamentar para atuar sobre a matéria em causa.

A ENERGIA DAS MARÉS PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O fenômeno das marés decorre da influência das forças gravitacionais exercidas principalmente pela lua e também pelo sol sobre os oceanos. Quando a lua está sobre um determinado ponto do mar ou do litoral, ou em oposição a ele, isto é, a um ângulo zero ou de 180 graus, teremos uma maré alta; já quando esse satélite está posicionado a noventa ou 270 graus desse ponto, haverá uma maré baixa. Esse ciclo repete-se em um intervalo de seis horas e doze minutos.

As condições específicas de determinada região litorânea — como a forma da costa e o leito marinho, bem como a existência de baías e estuários — podem provocar grandes variações de nível entre as marés altas e baixas e também elevadas correntes, que podem ser aproveitadas para a geração de energia elétrica.

Não se tem notícia, no entanto, da construção de instalações para a geração de eletricidade a partir apenas da velocidade do fluxo da água acelerada pelas marés. Todavia, trata-se de uma alternativa objeto de pesquisas, como é o caso do projeto britânico chamado *Seaflow* [1], cuja meta é o desenvolvimento de turbinas para fabricação em escala comercial (Figura 1). Esse sistema parece vantajoso, devido aos baixos impactos ambientais e à facilidade de implantação. No entanto, o atual estágio de desenvolvimento dessa tecnologia não permite a realização de uma análise mais objetiva.

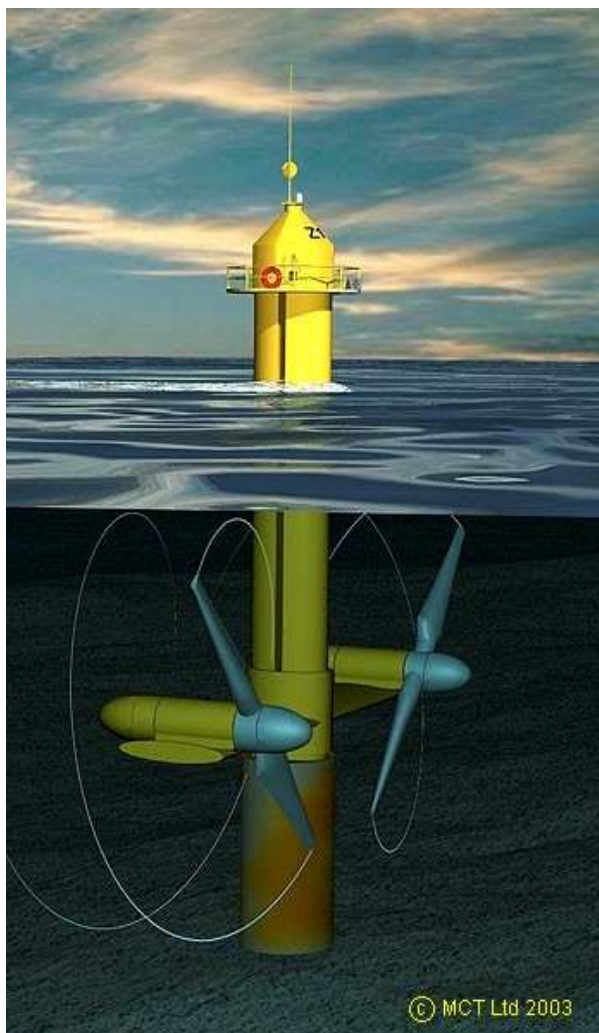


Figura 1 – Concepção para a geração de energia elétrica a partir das correntes provocadas pelas marés (Marine Current Turbines Ltd).

Já para o aproveitamento da diferença de nível entre as marés alta e baixa, é necessário o represamento da água de um estuário ou da entrada de uma baía, de forma semelhante a uma hidrelétrica. A geração de energia pode assim se dar quando subir ou baixar a maré, ou em ambos os casos.

A maior usina já construída com essa finalidade é a de *La Rance*, localizada no estuário do rio francês de mesmo nome. Opera desde 1966 com uma capacidade instalada de 240 megawatts (MW), distribuída por 24 turbinas do tipo bulbo, com potência de 10 MW cada uma. Sua barragem possui um comprimento de 330 metros por uma largura de 8 metros (Figura 2). Com uma amplitude de oito metros, as marés do local permitem a geração anual de cerca de 540 GWh. O fator de utilização da planta — que corresponde à relação entre a

potência média produzida e a capacidade instalada — é menor que trinta por cento, enquanto esse fator normalmente é superior a cinquenta por cento para o caso de aproveitamentos hidrelétricos.



Figura 2 – Vista aérea da usina maremotriz de La Rance, França.

Além da Usina de La Rance, a outra instalação de porte razoável existente é a *Annapolis Tidal Generating Station*, situada na baía de Fundy, na costa leste do Canadá (Figura 3). Apesar de tal baía apresentar a maior amplitude de maré do mundo, chegando a dezessete metros, a geradora possui uma capacidade instalada de 20 MW, bem inferior à unidade francesa, e foi concluída no ano de 1984. Produz anualmente cerca de 30 GWh, revelando um fator de utilização muito baixo, de cerca de 17 por cento. Destaca-se na estação geradora de *Annapolis* a utilização de uma configuração inovadora no conjunto turbina-gerador, do tipo *Straflo*, onde o rotor do gerador elétrico faz parte da estrutura da própria turbina (Figura 4).



Figura 3 – Vista aérea da *Annapolis Tidal Generating Station*, Canadá.



Figura 4 – Estrutura tipo *Straflo*, que inclui a turbina hidráulica e o rotor do gerador elétrico.

Apesar do grande potencial para geração de eletricidade na mencionada baía, a empresa que opera a usina, a *Nova Scotia Power*, considera que, no momento, a produção de energia maremotriz em larga escala ainda não é econômica e ambientalmente viável [2].

De fato, observa-se que a produção de energia elétrica maremotriz não vem apresentando crescimento nos últimos anos [3]. Mesmo países como França e Canadá, detentores das maiores plantas que empregam essa fonte, não têm efetuado investimentos em novos empreendimentos, em razão de seus elevados custos e de seus impactos ambientais.

Ocorre que, na construção de uma Usina Maremotriz, além de ser necessário o dispêndio de recursos para a realização de obras semelhantes às hidrelétricas, como barragens, comportas e turbinas hidráulicas, obtém-se uma planta que trabalha com menor aproveitamento de sua capacidade instalada, uma vez que a energia das marés não está disponível todo o tempo, mas apenas em determinados momentos do respectivo ciclo. Além disso, a água salgada, devido a seu elevado poder de corrosão, exige a utilização de materiais especiais na construção dos equipamentos, o que encarece sobremaneira a implantação e a manutenção desse tipo de unidade geradora. No caso das turbinas, por exemplo, é necessário o uso de aço inoxidável ou alguma outra liga metálica ainda mais nobre, de alto custo.

Quanto ao aspecto ambiental, o aproveitamento da energia maremotriz pode provocar impactos adversos, modificando os ecossistemas marinhos e da área intermaré, devido à mudança no regime e alcance das marés e à criação de barreiras físicas, em razão da construção de barragens. Pode trazer também reflexos econômicos negativos, pois se sabe que estuários são de importância vital para o desenvolvimento de diversas espécies de peixes, muitas delas de grande importância para a pesca comercial, responsável pelo sustento de significativa parcela da população litorânea.

No Brasil, o litoral do Maranhão, apresenta condições propícias para a utilização da energia maremotriz, em razão da amplitude dos níveis de suas marés, que chega a oito metros. Os Estados do Pará e do Amapá também apresentam características favoráveis. Entretanto, como já mencionado, o custo dessa fonte energética ainda não é competitivo e os impactos ambientais negativos que ocorreriam nos locais propícios do litoral brasileiro ainda não foram investigados. Todavia, é importante que se realizem pesquisas que propiciem a obtenção de informações capazes de estabelecer a viabilidade de eventual aproveitamento futuro da energia das marés em nosso País.

DA VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO DE GERAÇÃO DE ENERGIA MAREMOTRIZ OU A PARTIR DE OUTRAS FONTES ALTERNATIVAS

Como já mencionado no presente trabalho, as usinas maremotrizes apresentam-se atualmente inviáveis, devido ao elevado custo de construção e de manutenção.

Além disso, no Brasil ainda não existem projetos pilotos de pesquisa implementados, que permitam a aplicação imediata dessa fonte energética em programas já existentes, como o Proinfa, que será abordado mais adiante.

Já outras formas de uso de energias alternativas para a produção de energia elétrica revelam-se viáveis, sob determinadas condições.

A co-geração de energia elétrica a partir do bagaço de cana já é uma realidade desde a década de oitenta do século passado. É o caso, por exemplo da usina paulista de São Francisco, que, no período de safra, gera mais de três megawatts de energia elétrica, capaz de suprir seu próprio consumo e vender o excedente para a companhia de distribuição local, como o fazem muitas usinas de açúcar e álcool.

Também hoje existe grande número de pequenas centrais hidrelétricas que produzem eletricidade comercialmente, sem a necessidade de subsídios.

Essas fontes renováveis podem ser utilizadas ainda para o fornecimento de eletricidade em localidades distantes da rede elétrica convencional, por meio de energia solar fotovoltaica, geradores eólicos e micro-centrais hidrelétricas, em substituição a geradores diesel. Essa aplicação já vem ocorrendo no âmbito de projetos como o Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios – Prodeem, que tem por objetivo atender às localidades isoladas, não supridas pela rede elétrica convencional, obtendo energia de fontes renováveis locais [4].

Entretanto, o mais importante programa nessa área é o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas – Proinfa, instituído pela Lei n.º 10.438, de 2002, que objetiva *“aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos, concebidos com base em fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional”*. O programa, em sua primeira etapa, prevê a contratação, pela Eletrobrás, pelo prazo de vinte anos, de 3.300 MW de energia gerada por empreendimentos que utilizem as referidas fontes alternativas.

Na segunda etapa do programa, após atingida a meta de 3.300 MW, será contratada a energia de projetos que utilizem essas mesmas fontes alternativas, até que sua participação atinja 10% do consumo de energia elétrica no Brasil.

Na atual fase, o Programa, por meio da Eletrobrás, já selecionou os empreendimentos que totalizam a potência instalada de 3.300 MW, estando os projetos em fase de contratação [5].

Portanto, no âmbito do Proinfa, tornaram-se viáveis diversos empreendimentos de geração de energia elétrica a partir das fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas, graças ao preço garantido para a energia produzida. Para a eletricidade originada de energia eólica, o valor do megawatt-hora (MWh) recebido pelo produtor varia de R\$

180,18 a R\$ 204,35, dependendo de determinadas características do empreendimento. Para o caso das pequenas centrais hidrelétricas, o valor é de R\$ 117,02 o MWh. Em relação à biomassa, o valor varia de acordo com o insumo utilizado, sendo que, para casca de arroz, o valor é de R\$ 103,20 por MWh; para o bagaço de cana, é de R\$ 93,77 por MWh; para madeira, R\$ 101,35 o MWh e para o biogás de aterro, R\$ 169,08 o MWh [6].

Estima-se ainda que a utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, que faz parte do Protocolo de Kyoto, por meio da negociação dos Certificados de Redução de Emissões – CNER, possa representar uma receita de até U\$ 2,6 por MWh, contribuindo para viabilizar os projetos de geração de energia a partir de fontes alternativas [7].

Observa-se ainda que tramitam no Congresso Nacional proposições que objetivam estimular a produção de energia por fontes alternativas em pequena escala, entre as quais podemos mencionar o PL n.º 5.210, de 2001, que se encontra na Comissão de Finanças e Tributação aguardando parecer, e o PL n.º 3.259, de 2004, que se encontra na Comissão de Minas e Energia, com parecer do relator propondo substitutivo ao texto original.

ALTERNATIVAS PARA ATUAÇÃO PARLAMENTAR NO QUE SE REFERE ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

Uma possibilidade seria utilizar a prerrogativa da Indicação ao Poder Executivo, para sugerir o direcionamento de recursos para a realização de pesquisas que visem o desenvolvimento da tecnologia e o estudo dos impactos da energia das marés, ou outras formas de energia alternativas, a serem executadas, por exemplo, pelas universidades federais, ou por centros de pesquisa, como o Centro de Pesquisas da Eletrobrás – Cepel.

O Parlamentar poderá também atuar durante as diversas fases da tramitação das principais proposições em tramitação que tratam dessa matéria.

Poderá ainda apresentar Projeto de Lei que crie mecanismos de incentivo ainda não previstos nos programas governamentais ou nas proposições legislativas já existentes. A apresentação de projeto de lei também poderá se dar caso o Senhor Deputado deseje promover algum o aperfeiçoamento dos mecanismos já existentes.

CONCLUSÕES

A energia das marés ainda não é viável para ser empregada na geração comercial de eletricidade. Entretanto, diversas outras fontes de energia alternativas já o são, com muitas unidades implantadas ou em processo de implantação. Constata-se que o Proinfra é o mais importante programa hoje em vigor para estimular a produção de eletricidade derivada das fontes alternativas. Verifica-se ainda que hoje, na Câmara dos Deputados, tramitam projetos de lei que

têm por finalidade incentivar o aproveitamento dessas energias limpas em menor escala. Por fim, entende-se a atuação parlamentar, no que se refere ao tema em questão, poderá se dar tanto sugerindo a realização de pesquisa a órgãos subordinados ao Poder Executivo Federal, como por meio do processo legislativo, influenciando as proposições em andamento, ou propondo alguma nova medida que crie ou aperfeiçoe mecanismos de incentivo referentes à matéria.

REFERÊNCIAS

- [1] DTI (Department of Trade and Industry – United Kingdom). Renewable Energy. Tidal – Case Studies. Disponível em: http://www.dti.gov.uk/renewables/renew_1.5.2.4.htm.
- [2] Nova Scotia Power. Tidal Power Generation. Disponível em: <http://www.nspower.ca/AboutUs/OurBusiness/PowerProduction/HowWeGeneratePower/TidalPower.html>.
- [3] International Energy Agency – IEA. 2003 . Renewables Information - 2003 Edition.
- [4] Ministério de Minas e Energia – MME. Prodeem. Disponível em: http://www.mme.gov.br/programs_display.do?chn=718.
- [5] Eletrobrás. Programa Proinfa. Disponível em: http://www.eletronbras.com.br/EM_Programas_Proinfa/default.asp.
- [6] Ministério de Minas e Energia – MME. Portaria MME nº 45, 2004. Publicada no Diário Oficial da União em 01/04/2004, seção 1, página 53.
- [7] La Rovere, E.; Valle, C. 2004. “Interações entre Certificados Negociáveis de Energia Renovável (CNER) e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo”. Rio de Janeiro: COPPE-UFRJ.