

# Energia maremotriz e suas diretrizes: a reutilização da energia, de forma renovável, economicamente vantajosa e limpa

Leidiana da Silva T. Caldas\*  
Paola Salles Rangel\*\*  
Ramon Montezano Ridolphi\*\*\*

## Resumo

A energia das marés, embora conhecida e explorada desde a Idade Média, configura-se hoje como uma fonte alternativa para a geração de energia elétrica. A energia das marés é um tipo de energia renovável, não poluente e têm seus custos comparáveis aos de uma hidrelétrica (Ferreira, 2007, p.6). Neste trabalho buscou-se verificar novas alternativas de geração de energia de forma limpa e sustentável, possibilitando a interação entre o progresso e o meio ambiente. Logo, observa-se a necessidade de que o tema seja mais estudado e sendo assim posto em prática.

**Palavras-chave:** Energia. Marés. Meio Ambiente. Renovável.

## Introdução

Há milhares de anos os homens sabem que a lua tem alguma relação com as marés. Antes do ano 100 a.C., o naturalista romano Plínio escreveu sobre a influência da lua nas marés. Mas as leis físicas desse fenômeno não foram estudadas até que o cientista inglês Isaac Newton descobriu a lei da gravitação no século XVII (DANDOLINI, 2000).

As marés são oscilações rítmicas do nível do mar, causadas pela atração gravitacional do sol e da lua e rotação da Terra, e eventualmente, por eventos meteorológicos. A onda de maré carrega consigo grande quantidade de energia, sendo potencialmente uma fonte energia para as atividades humanas (FERREIRA, 2007, p.14).

As massas oceânicas que estão mais próximas da lua sofrem uma alteração de intensidade significativamente superior às massas oceânicas mais afastadas da lua. É esse diferencial que provoca as alterações da altura das massas de água à superfície da Terra (DANDOLINI, 2000).

O aproveitamento do comprovado potencial energético dos oceanos configura, atualmente, uma possibilidade promissora para produzir energia limpa e sem impactos ao meio ambiente. Marés, ondas e correntes marinhas são recursos renováveis cujo aproveitamento para a geração de eletricidade registra significativos avanços tecnológicos, encontrando respaldo nos princípios de acessibilidade, disponibilidade e aceitabilidade, propalados pelo Conselho Mundial de Energia (WEC, 2004) para o desenvolvimento de

alternativas energéticas (FERREIRA, 2007, p.22).

A conversão de energia para as atividades humanas configura-se em uma das mais importantes buscas ao longo da história. As tecnologias associadas à conversão e à utilização de energia têm marcado profundamente a evolução das sociedades (FERREIRA, 2007, p.17).

## Energias não renováveis versus Energias renováveis

Dentre as consequências ambientais do processo de industrialização e do inerente e progressivo consumo de combustíveis fósseis - leia-se energia -, destaca-se o aumento da contaminação do ar por gases e material particulado, provenientes justamente da queima desses combustíveis, gerando uma série de impactos locais sobre a saúde humana (PEREIRA, 2002).

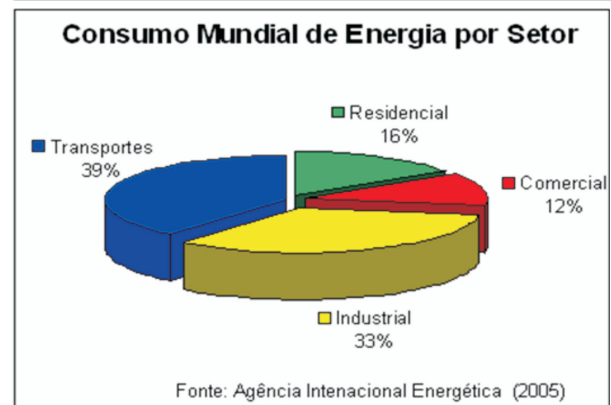
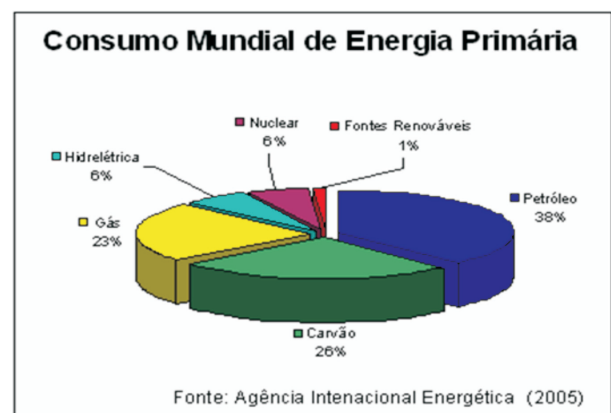


Figura 1 - Consumo mundial de energia primária e seu uso final

\* Técnica em Meio Ambiente pelo IF Fluminense, campus Campos-Guarus  
\*\* Técnica em Meio Ambiente pelo IF Fluminense, campus Campos-Guarus  
\*\*\* Técnico em Meio Ambiente pelo IF Fluminense, campus Campos-Guarus

A matriz energética mundial é baseada na utilização de fontes não renováveis, com a participação de 38% do petróleo e derivados, 26% de carvão mineral e 6% de combustível nuclear. A larga aceitação dos combustíveis fósseis em detrimento de outras fontes pode ser explicada pelo seu baixo preço praticado no mercado. Esse motivo, também, configura-se em um obstáculo para o desenvolvimento das tecnologias renováveis, uma vez que, não considerando seus aspectos ambientais positivos, estes não alcançam competitividade econômica (FERREIRA, 2007, p. 22).

Um grande problema desses combustíveis é o fato de serem finitos, o que faz com que a dependência energética a partir deles seja um problema quando esses recursos acabarem, embora de acordo com as teorias abiogênicas os combustíveis minerais são muito abundantes. Por isso o interesse em energias renováveis é crescente. (AZEVEDO, 1989).

De acordo com o Conselho Mundial de Energia (WEC), 1,6 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso a uma energia moderna e comercial. A maior parte dessas pessoas vive em zonas rurais e comunidades isoladas de países em desenvolvimento, nas quais as perspectivas sociais e econômicas são extremamente reduzidas em função da carência de energia. As energias renováveis podem constituir-se em um vetor de desenvolvimento nessas regiões onde inexistem infraestrutura adequada, entretanto, possuem fontes naturais evidentes para a produção de energia alternativa. Dessa forma, a democratização do acesso à energia elétrica e a diversificação da matriz energética podem ser alcançadas através da aplicação de tecnologias de energia renovável (FERREIRA, 2007, p. 22).

As energias solar, eólica, hidráulica e do mar são fontes alternativas que têm como características o fato de serem renováveis e limpas, ou seja, não se esgotam e não produzem resíduos ou emissões ao ambiente. A maior parte desses recursos é originada da energia do sol, havendo concentração dessa energia nos processos de formação dos ventos, ondas, correntes e do ciclo hidrológico (FERREIRA, 2007, p. 26).

As principais vantagens resultantes da sua utilização consistem no fato de não serem poluentes e poderem ser exploradas localmente. A utilização da maior parte das energias renováveis não conduz à emissão de gases com efeito de estufa. A única exceção é a biomassa, uma vez que há queima de resíduos orgânicos, para obter energia, o que origina dióxido de enxofre e óxidos de azoto (SOUSA, 2007).

As fontes de energia renováveis ainda são pouco utilizadas devido aos custos de instalação, à

inexistência de tecnologias e redes de distribuição experimentadas e, em geral, ao desconhecimento e falta de sensibilização para o assunto por parte dos consumidores e dos municípios (SOUSA, 2007).

Ao ritmo que cresce o consumo dos combustíveis fósseis, e tendo em conta que se prevê um aumento ainda maior a curto/médio prazo, colocam-se dois importantes problemas: questões de ordem ambiental e o fato dos recursos energéticos fósseis serem finitos, ou seja, esgotáveis. As fontes de energia renováveis surgem como uma alternativa ou complemento às convencionais (SOUSA, 2007).

### **Aproveitamento da energia das marés**

As primeiras civilizações tinham disponibilidade reduzida de energia, pois utilizavam a tração humana ou animal para a realização de atividades como a lavragem da terra, a irrigação, a moagem e o transporte de grãos. Embora não existam registros precisos acerca do trabalho executado por homens ou animais, a energia despendida era limitada a 400 W no caso dos homens e 2.000 W no de animais (SORESEN, 2004).

Durante as revoluções industriais, novas fontes de energia foram incorporadas, ocasionando extraordinário desenvolvimento dos processos produtivos. A utilização de moinhos hidráulicos, eólicos ou de maré foi drasticamente reduzida em virtude da sua substituição por dispositivos alimentados por carvão, petróleo ou eletricidade (FERREIRA, 2007, p.25).

O debate sobre as questões ambientais e energéticas teve seu início após as publicações da década de 1970. Em *Limits to Growth* (MEADOWS et al., 1972), relatório elaborado pelo Clube de Roma, o padrão de desenvolvimento econômico foi severamente criticado. O desequilíbrio entre a oferta e a demanda por recursos naturais foram deflagrados, de forma que, se as tendências atuais de crescimento fossem mantidas, o mundo alcançaria o limite de sustentabilidade em pouco tempo (FERREIRA, 2007, p. 17).

As tecnologias para o aproveitamento da energia hidráulica inspiraram-se na irrigação, um dos usos mais antigos da água. Por volta do século II a.C., há o aparecimento dos primeiros moinhos movidos a água tanto no Ocidente como na China. Por volta de 100 a.C., Vitruvius, ilustre precursor da engenharia, instalou várias rodas de água, de modelo ainda rudimentar para o acionamento de alguns dispositivos mecânicos. Em sua principal obra, "*De Architectura*", existem referências sobre moinhos acionados pelo efeito das marés (FERREIRA, 2007, p. 23).



Figura 2 - "De Architectura" de Marcus Vitruvius Pollio

Recentemente, a energia das marés vem sendo utilizada para a produção de energia elétrica em grandes escalas com maior eficiência (FERREIRA, 2007, p. 25).

Embora o potencial mundial das marés seja cerca de 3 TW, somente parte desse potencial pode ser convertido, em virtude da dispersão de energia em mar aberto e consequentes alturas de marés modestas para exploração. Dessa forma, estima-se que somente 2 a 10% do potencial poderia ser explorado, em determinados locais junto à linha de costa ou em estuários, onde as alturas de maré sejam adequadas para a implantação de uma usina. Os principais parâmetros para o aproveitamento da energia talassométrica são suficientes alturas de maré em locais favoráveis aos trabalhos de engenharia e proximidade do mercado consumidor de eletricidade (CHARLIER, 2003).

### Construção e funcionamento

As contribuições de energia de uma usina maremotriz, quando integrada ao sistema elétrico, poderiam ser utilizadas para reduzir a carga sobre usinas "velhas" de base de maior custo de geração, geralmente termelétricas de carvão. O caráter preditivo das usinas maremotrizes possibilita,

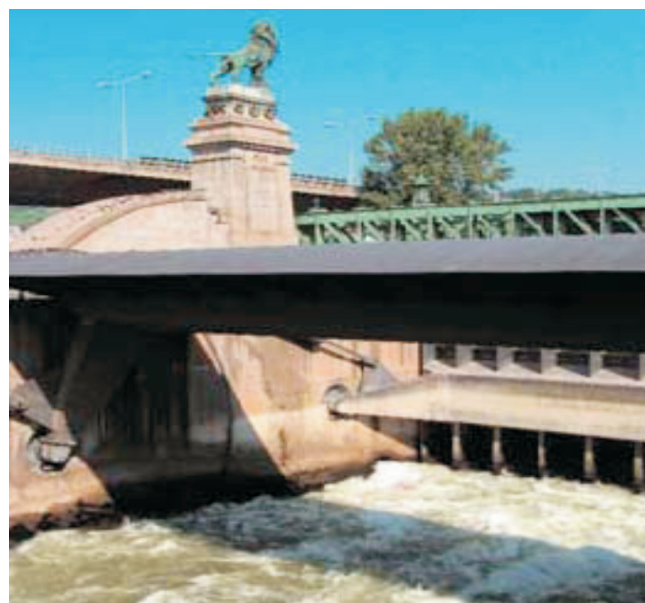
quando sua contribuição está bem planejada no sistema, a redução do consumo de combustíveis fósseis em usinas termelétricas, propiciando, assim, economia na geração e vantagens ambientais (ELLIOT, 2004).

A energia total dissipada pelas marés é estimada em 3 TW, dos quais cerca de 1 TW está disponibilizado nas regiões próximas ao litoral. Claramente, maiores estudos são necessários para determinação do potencial teórico de cada região no mundo, como o conhecimento da morfologia costeira, das elevações de maré, batimetria e topografia das áreas entre outros. Diversos autores diferem em suas pesquisas sobre os sítios potenciais, por vezes, incluindo ou excluindo determinada região, em função da abrangência de sua pesquisa ou disponibilidade de fontes confiáveis (FERREIRA, 2007, p. 37).

Outra tendência atual nos aproveitamentos hidrelétricos, inclusive maremotriz, é a reutilização de antigas estruturas como pontes, barragens e eclusas, para a construção de usinas de pequeno porte (FERREIRA, 2007, p. 27).



(A)



(B)

Figura 3 - Exemplos de aproveitamentos de antigas estruturas.(A) Turbina Salto Del Pirineo instalada em um castelo da Espanha. (B) Turbinas Hidromatrix da VATech instalada em uma eclusa de navegação na Áustria.

Diariamente, o nível das marés se altera, principalmente como consequência do fenômeno das marés. Esse fato foi relatado, primeiramente, pelos romanos após suas incursões à Gália e Bretanha (França e Reino Unido atuais), pois ao contrário do mar Mediterrâneo, a variação da maré nesses litorais é bastante expressiva. Desde a ocupação romana na Inglaterra, vários moinhos

foram construídos utilizando a força das marés para seu funcionamento (FERREIRA, 2007, p. 23).

O funcionamento dos moinhos de maré consistia no represamento da água durante a enchente para ser liberada durante a vazante, sendo a roda de água acionada pela passagem do fluxo (FERREIRA, 2007, p.23).

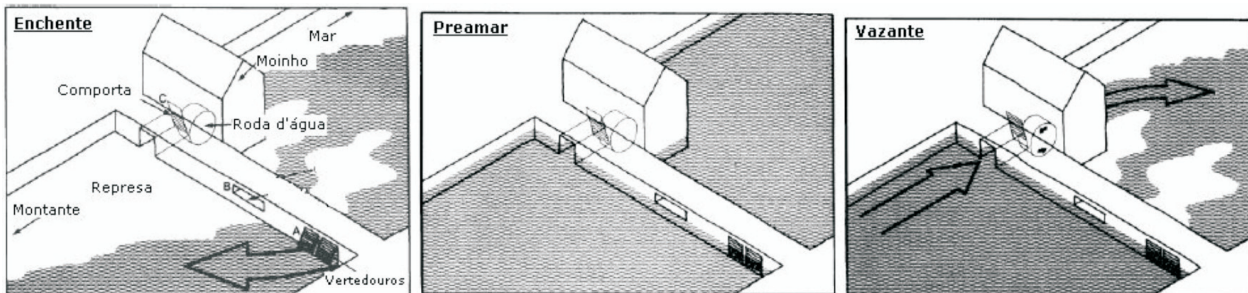


Figura 4 - Funcionamento do moinho de maré.  
Fonte: ERIH, 2007.

Na maré enchente, a comporta é aberta permitindo a entrada de água no reservatório. Quando a maré começa a baixar, as comportas são forçadas a fechar e a água armazenada encontra-se no mesmo nível alcançado pela preamar. Assim que o nível da maré está abaixo da roda de água, o moinho começa operar a partir da passagem do fluxo de água que faz girar as pás da roda (FERREIRA, 2007, p.23).

Dois grandes problemas aparecem quando a energia das marés de um estuário, muita das vezes em localidades remotas, é explorada: a transmissão e o armazenamento. Uma característica inerente à ocorrência de marés adequadas ao aproveitamento é a sua localização nem sempre próxima ao mercado consumidor. Outra característica é o fato do fenômeno das marés sofrer variações diárias e semanais, com defasagem diária dos seus picos de preamar e baixa-mar, o que nem sempre coincide com o pico de demanda (FERREIRA, 2007, p.54/55).

### Aspectos econômicos no aproveitamento da energia das marés

Projetos de usinas maremotrizes possuem alto custo inicial e longos períodos de construção. As obras de construção civil representam o item mais custoso no orçamento da usina, o que conduz a um relativo aumento do custo unitário do kW instalado. O Conselho Mundial de Energia (WEC, 2004) aponta para o valor de £ 1.500/ kW (US\$ 2.800), enquanto os valores atualizados das construções de La Rance e Annapolis seriam de € 2.225/ kW (US\$ 3.200) e US\$ 2.300/ kW (Techno Science, 2007). No entanto, a melhor forma de comparar

usinas é através do seu fator de carga, isto é, a percentagem de tempo que a usina é capaz de fornecer energia, no caso de maremotrizes este valor está entre 22 e 35 % (ELLIOT, 2004).

Os custos anuais de operação e manutenção dessas usinas são extremamente baixos, por não estarem relacionados com os preços dos combustíveis fósseis, sendo estimados em 0,5 a 1 % do custo de implantação. A vida útil da usina é, também, uma vantagem em relação a outras fontes, sendo de 2 a 3 vezes mais longa que nucleares e térmicas. Os benefícios trazidos em alguns projetos podem ultrapassar os custos de implantação e operação, como no caso da baía de Fundy (CHARLIER, 2003).

### Aspectos ambientais no aproveitamento de energia das marés

Os estuários são ambientes que envolvem processos complexos, onde há o encontro das águas interiores com as do mar. Devido às condições de afluxo e influxo do prisma de maré, o tempo de permanência dos nutrientes é maior em relação ao rio ou ao próprio mar. Esses fatores contribuem para a diversidade ecológica existente nos estuários, que, obviamente, é rompida pela criação de um barramento artificial. Os impactos na vida silvestre, peixes e aves migratórias são evidentes. A zona de intrusão salina é alterada, contribuindo para o desaparecimento de algumas espécies e o aparecimento de outras naquele ambiente (FERREIRA, 2007, p. 57).

Alguns impactos positivos resultantes da construção da barragem são considerados nos estudos para a implantação de maremotrizes. Por

exemplo, a redução da turbidez no rio Severn, obtida através da sedimentação induzida pela diminuição da força das correntes, aumentaria a penetração da luz solar (FERREIRA, 2007, p. 57)

Para o conhecimento das consequências ambientais da instalação de barragens de maré, estudos sobre os processos estuarinos do local em questão são necessários. As 45 avaliações finais dependerão da relação entre os impactos positivos e negativos decorrentes da implantação da usina (FERREIRA, 2007, p. 57).

### Países que aderiram às usinas maremotriz

A exploração dos estuários para obtenção de energia das marés através da construção de barragem é bem recente. O primeiro projeto de uma barragem sobre o estuário do rio Severn, Reino Unido, data de 1849 e a implantação de uma usina maremotriz por parte do ministério dos transportes britânico data de 1920. Durante as décadas de 1920 e 30, diversos conceitos para a extração de energia maremotriz em estuários foram propostos no Reino Unido (Severn e Mersey), França (La Rance) e nos EUA (Passamaquoddy) (FERREIRA, 2007, p. 25).

Finalmente, em 1966, após muitos anos de pesquisas, foi construída a Usina de La Rance, na região da Bretanha, França, sendo a primeira usina maremotriz de grande escala para fins comerciais (FERREIRA, 2007, p. 26).

Existem poucos lugares adequados no mundo para a exploração da energia das marés. O principal fator condicionante é a altura da onda da maré, que implica na utilização de turbinas hidráulicas de baixa queda (FERREIRA, 2007, p. 29).



Argentina/Austrália/Rússia/França/Reino Unido/Alasca/Canadá/Brasil/Índia/Coreia/China/EUA

**Figura 5** - Locais com alturas de maré superior a 5 m, apropriados para o aproveitamento maremotriz

Ao redor do mundo, aproximadamente 3 TW de energia são continuamente disponibilizados pelas marés. Entretanto, devido às restrições de que poucos locais possuem alturas de marés adequadas ao aproveitamento, é estimado que somente 2% ou 60 GW podem ser convertidos em geração de energia (FERREIRA, 2007, p. 29).

**Tabela 1 - Sítios potenciais para o aproveitamento maremotriz**

País	Localidade	Voriação da maré (m)	Área do reservatório (km <sup>2</sup> )	Capacidade instalada (MW)	Geração anual aproximada (TWh/year)	Fator de carga anual da usina (%)
Argentina	San José	5,8	778,0	5040,0	9,4	21,0
	Golfo Nuevo	3,7	2376,0	6750,0	16,8	29,0
	Rio Deseado	3,6	73,0	180,0	0,5	28,0
	Santa cruz	7,5	222,0	2420,0	6,1	29,0
	Rio Gallegos	7,5	177,0	1900,0	4,8	29,0
Austrália	Secure Bay	7,0	140,0	1480,0	2,9	22,0
	Walcott Inlet	7,0	260,0	2800,0	5,4	22,0
Canadá	Cobequid	12,4	240,0	5338,0	14,0	30,0
	Cumberland	10,9	90,0	1400,0	3,4	28,0
	Shepody	10,0	115,0	1800,0	4,8	30,0
E.U.A.	Passamaquoddy	5,5				
	Knik Arm	7,5		2900,0	7,4	29,0
	Turnagain Arm	7,5		6500,0	16,6	29,0
Índia	Golfo de Kutch	5,0	170,0	900,0	1,6	22,0
	Golfo de Khambat	7,0	1970,0	7000,0	15,0	24,0
Coreia do Sul	Garolim	4,7	100,0	400,0	0,8	24,0
	Cheonsu	4,5			12,0	
México	Rio Colorado	6-7			5,4	
Reino Unido	Severn	7,0	520,0	8640,0	17,0	23,0
	Mersey	6,5	61,0	700,0	1,4	23,0
	Duddon	5,6	20,0	100,0	0,2	22,0
	Wyre	6,0	5,8	64,0	0,1	24,0
	Conwy	5,2	5,5	33,0	0,1	21,0
Rússia (Fed.)	Mezen	6,7	2640,0	15000,0	45,0	34,0
	Tugur	6,8	1080,0	7800,0	16,2	24,0
	Penzhinsk	11,4	20530,0	87400,0	190,0	25,0

Fonte: Conselho Mundial de Energia (WEC), 2004.

Estudos mais profundos foram realizados para elaboração dos projetos de La Rance e Aber-Wrac'h (França), Severn e Mersey (Reino Unido), San José e Cabo Três Puntas (Argentina), Baía de Fundy (Canadá), Passamaquoddy (EUA), Kimberleys (Austrália), Kyslaya, Mezen e Tugur (Rússia), rio Colorado (México), Jiangxia (China), Duguardani (Índia), Bacanga (Brasil) e Sihwa (Coreia do Sul) (CHARLIER, 2003; WEC, 2004).

A seguir, são descritas as principais realizações e projetos de aproveitamentos maremotrizes ao redor do mundo.

#### • La Rance, França

Dentre as realizações ao redor do mundo, a maior usina maremotriz de caráter comercial é de La Rance, localizada na região da Bretanha, França. A usina aproveita o potencial do estuário do rio Rance e foi comissionada em 1966, materializando várias iniciativas propostas anteriormente. A região da Bretanha houvera sido observada em relação ao aproveitamento das grandes marés que lá existem. Desde o século XII, 26 diversos moinhos de maré funcionaram neste litoral, porém somente em 1921, surgiu a iniciativa de Gerard Boisnoer para a conversão da energia do estuário de La Rance (FERREIRA, 2007, p. 25).



**Figura 6** - Usina maremotriz de La Rance, França – localização e imagem aérea

- Kislaya Guba, Rússia
- Annapolis Royal, Canadá
- Pequenas usinas maremotrizes na China
- Reino Unido
- Argentina
- Coréia do Sul
- Austrália
- Brasil
- Estados Unidos
- Outros países: ainda podem ser identificados o golfo de Kutch na Índia, o rio Colorado no México e Dalupiri nas Filipinas (WEC, 2004).

## Maremotriz para o Brasil

No caso particular do Brasil, que possui sua matriz de eletricidade baseada na energia hidráulica, a sugestão de integração entre usinas maremotrizes e hidrelétricas é bastante interessante. A operação da usina maremotriz, em virtude das suas variações diárias e mensais, possibilita que a usina hidrelétrica pare de funcionar nos períodos de geração da primeira. Durante esse tempo, a hidrelétrica poderia recuperar os níveis de seu reservatório e operar posteriormente com maior eficiência. O artifício poderia ser empregado tanto em relação aos períodos de geração e não geração diária, quanto às flutuações mensais das marés de sizígia e quadratura, nas quais a hidrelétrica trabalharia com maior ou menor carga (ELETROBRÁS, 1981).

A simbiose estabelecida por essa integração, por um lado, minimiza as flutuações na geração maremotriz e, por outro, resguarda a usina hidrelétrica de funcionar em determinados períodos para, em outros, operar com melhor eficiência (FERREIRA, 2007, p. 36).

Embora tenham existido algumas iniciativas no Brasil em relação ao aproveitamento da energia das marés, a literatura específica é escassa sobre o assunto. Não obstante, o conhecimento técnico sobre projetos de esquemas maremotrizes no Brasil e no mundo encontram-se desatualizados, em virtude de avanços tecnológicos, principalmente no levantamento e análise de dados oceanográficos e costeiros (FERREIRA, 2007, p.16).

No Brasil, as maiores amplitudes de maré ocorrem no litoral norte, notadamente nos estados do Amapá, Pará e Maranhão. As alturas de maré nessa região alcançam 11 m na foz do rio Mearim – Amapá e 7 m na baía de São Marcos – Maranhão. O primeiro projeto conceptual elaborado foi o da usina do Bacanga, em São Luís no estado do Maranhão. Este projeto de 1970 foi influenciado pela construção de La Rance, tanto pelos seus aspectos históricos, pois representou a utilização de uma fonte alternativa em larga escala, como tecnológico, pelo desenvolvimento de turbinas e

métodos construtivos (LIMA *et al.*, 2004).

A barragem no estuário do Bacanga foi iniciada em 1968 e tinha como objetivos diminuir a distância de São Luís ao porto de Itaqui e urbanizar áreas inundáveis marginais ao rio. Outras propostas de usinas maremotrizes na região da baía de São Marcos foram realizadas nas décadas seguintes, embora nada tenha sido implantado, geralmente em virtude da carência de viabilidade econômica e, algumas vezes, tecnológica. Como exemplo, as turbinas seriam importadas e não adequadas ao sítio de interesse (FERREIRA, 2007, p. 52).

A partir de 1977, a Eletrobrás solicitou, a empresas nacionais, estudos sobre o aproveitamento das marés no território brasileiro e, especificamente, um projeto para a usina maremotriz do Bacanga. A Sondotécnica, em 1979-80, elaborou diversos estudos sobre o assunto, entre eles um inventário preliminar contendo 41 baías ao longo da costa norte do país, de alturas de maré entre 3,7 e 8,0 m com potências teóricas superiores a 60 MW, alcançando 5 GW (ELETROBRÁS, 1981).

## Discussão

Energia limpa e renovável. A partir de ondas do mar. A ideia parece cair com uma luva para um país como o Brasil, com seus mais de 8 mil km de litoral (VARANDA, 2007).

Se investíssemos em usinas de ondas, nos próximos 10 anos já poderíamos contar com 15 GW gerados por essa tecnologia no Brasil (ESTEFEN, 2006).

O projeto, financiado pela Eletrobrás e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), prevê a construção de uma usina-piloto, composta por 20 módulos, com capacidade de geração de 500 KW, que será implantada no Porto de Pecém, a 60 km de Fortaleza, em parceria com o Governo do Ceará (VARANDA, 2007).

As características do Porto de Pecém foram decisivas para sua escolha como local para a primeira usina de ondas do Brasil: a predominância de ondas baixas – entre 1 e 2 metros de altura – e sua frequência constante, garantida pelos ventos alísios que chegam à região, foram fundamentais (ESTEFEN, 2006).

Outro projeto do Laboratório de Tecnologia Submarina da COPPE, igualmente interessante, é baseado no movimento das marés. Uma antiga usina maremotriz, instalada ainda na década de 1968, no Maranhão, abandonada e não concluída, é o ponto de partida para a retomada de uma tecnologia também promissora (VARANDA, 2007).

Não podemos nos instalar nas praias, para não comprometer o valor turístico da região, e, por

outro lado, não podemos nos afastar muito da costa, já que a energia produzida na usina é trazida ao continente por cabos submersos (ESTEFEN, 2006).

Podemos gerar energia nos dois sentidos, tanto na enchente, quanto na vazante, com turbinas trabalhando por 4 horas seguidas, com intervalos de 2 horas, período em que o desnível não é suficiente para fazer a água atravessar as turbinas (FERREIRA, 2007).

## Conclusão

Com a apresentação de uma alternativa renovável futura e com a análise de projetos envolvidos na construção de usinas maremotrizes no Brasil, logo se conclui que deparamo-nos com um empreendimento que irá proporcionar benefícios para o ambiente materializado, baseado em um método de energia limpa, que traz economia de energia utilizando um bem comum que cobre  $\frac{2}{3}$  do planeta. Em nossas pesquisas observamos que o único contra relevante para a instalação do projeto é o custo tecnológico elevado, porém ressarcível em longo prazo.

Utilizai a natureza, essa imensa ajudante desprezada. Fazeis trabalhar por vós todos os sopros de vento, todas as quedas d'água, todas as correntes magnéticas. A Terra possui uma rede venosa subterrânea; existe nesta rede uma circulação prodigiosa de água, de óleo, de fogo; cortai a veia da Terra, e faça jorrar essa água pelas vossas fontes, esse óleo pelas vossas lâmpadas, esse fogo pelas vossas lareiras. Reflita sobre o movimento das ondas, ao fluxo e refluxo, ao vai e vem das marés. O que é o oceano? Uma enorme força perdida. Como a terra é besta! Não emprega o oceano!

Noventa e três Victor Hugo

## Referências

AZEVEDO. Monografia (Licenciatura em Química) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 1989. Disponível em: <<http://www.profpc.com.br>>. Acesso em: 3 dez. 2010.

CHARLIER, R. H. Sustainable co-generation from the tides: A review. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews. New York: Ed. Elsevier Science, 2003. v.7.

DANDOLINI, M. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.cfh.ufsc.br/~plnetar/textos/mres.htm>>. Acesso em: 14 jun. 2010.

DE SOUZA, N. Escola secundária, 2007. Disponível em: <<http://www.notapositiva.com>>. Acesso em: 3 dez. 2010.

ELETROBRÁS. Estado-da-arte de projeto e operação e usinas maremotrizes, In: Relatório técnico Sondotécnica S.A., 1981.

ELLIOT, D. Tidal Energy. In: BOYLE, G. (Edit.). Renewable Energy: power for a sustainable future, Ed. Oxford University Press, 2004

FERREIRA, R. M. da S. do A. Aproveitamento da energia das marés: estudo de caso Estuário do Bacanga, MA. Dissertação (Mestrado em Engenharia naval e oceânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

FERREIRA, R. M. S. A.; ESTEFEN, S. F. Conceptual design for Bacanga tidal Power plant Brazil. In: \_\_\_\_\_. Ocean energy, Alemanha: Bremerhaven, out. 2006. p. 81-86.

LIMA, S. L.; SAAVEDRA, O. R., M.; ARAÚJO, I. A.; AZOUBEL, G. G. Anteprojeto usina piloto maremotriz do rio Bacanga. São Luís, 2004.

MAIANI, A. H. Portugal tira energia das ondas do mar. Diário de Notícias, 3 out. 2007. Disponível em: <[http://dn.sapo.pt/inicio/interior.aspx?content\\_id=986149](http://dn.sapo.pt/inicio/interior.aspx?content_id=986149)>. Acesso em: 23 ago. 2010.

PEREIRA, A. S. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ. Disponível em: <<http://www.comciencia.br>>. Acesso em: 3 dez. 2010.

SORENSEN, B. Renewable Energy. New York: Ed. Elsevier Academic Press, 2004.

VARANDA, G. Ed. Mônica Nunes. Disponível em: <<http://www.planetasutentavel.abril.com.br>>. Acesso em: 08 out. 2010.

WEC. Survey of Energy Resources. New York: Ed. Elsevier, 2004

## Sites visitados

<http://alteradoesequelado.blogspot.com/2008/11/enegi-das-ondas-em-portugal.html>. Acesso em: 15 jun. 2010.

<http://www.ambientebrasil.com.br/> Acesso em: 23 jun. 2010.

[http://cef-informatica.axspace.com/2portfolio/02e-portfolio/port\\_indiv/03Daniel/mares.pps](http://cef-informatica.axspace.com/2portfolio/02e-portfolio/port_indiv/03Daniel/mares.pps). Acesso em: 5 ago. 2010.

<http://www.colegiosaofrancisco.com.be/alfa/meio-ambiente-energia-das-mares/>

Acesso em: 05 ago. 2010.

<http://www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/energia-das-mares/energia-das-mares.php> Acesso em: 30 jun. 2010.

<http://maremotriz.zip.net> Acesso em: 23 jun. 2010.

<http://povoalternativa.blogs.sapo.pt/2216.html> Acesso em: 14 jun. 2010.

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia\\_maremotriz](http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_maremotriz) Acesso em: 21 mai 2010.

<http://pt.wikipedi.org/wiki/Mar%C3%A9> Acesso em: 05 ago. 2010.

<http://super.abril.com.br/superarquivo/1...> Acesso em: 30 jun. 2010.

<http://www.tec.abinee.org.br/2006/arquiv...> Acesso em: 14 jun. 2010

<http://www.uesb.br/energias/renovaveis/e...> Acesso em: 23 ago. 2010.