

Energia maré-motriz no Maranhão: Uma análise Crítica

Pedro Bezerra Neto, Osvaldo R. Saavedra, Luiz A. Ribeiro
Instituto de Energia Elétrica
UFMA

Marcio Vaz dos Santos
Labohidro
UFMA

1. INTRODUCAO

Os grandes desafios associados ao setor energético mundial tais como a crescente demanda de energia e limitações relacionadas ao uso de recursos fósseis, têm proporcionado um aumento significativo no desenvolvimento e utilização de fontes renováveis de energia (Bezerra, Saavedra, Camelo e Ribeiro, 2010). Especificamente no contexto da energia eletromotriz, o uso de pequenos aproveitamentos pode ser uma alternativa bastante atrativa. Como exemplo, dezenas de pequenas usinas encontram-se em operação na China, a maior delas com uma potência instalada de 304 kW (Charlier, 2009).

O surgimento de novas tecnologias para a exploração de baixas quedas tem contribuído para tornar comercialmente viável este tipo de exploração. Atualmente, o custo da energia produzida em uma usina eletromotriz de pequeno porte se equipara, por exemplo, ao de geração em uma pequena central hidrelétrica (PCH).

De acordo com estudos preliminares encomendados pela ELETROBRÁS na década de 80 (Sondotécnica, 1981), o Brasil apresenta um potencial eletromotriz bastante significativo, principalmente na costa do Maranhão, Pará e Amapá. Esse potencial energético é da ordem de 72 TWh, o equivalente a 16,8% do consumo nacional do Brasil em 2008, de acordo com dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2009).

Apenas na baía de Turiaçu no Maranhão, a potência extraível é da ordem de 3.402 MW (Sondotécnica, 1981), ou seja, aproximadamente 40% da potência instalada da UHE de Tucuruí. Entretanto, apesar desse enorme potencial energético, a exploração de toda essa energia enfrenta, na conjuntura atual, obstáculos ambientais, logísticos e econômicos sérios.

Este trabalho trata do levantamento de potencial marémotriz da baía de Turiaçu, no Maranhão e discute a viabilidade tanto técnica, econômica como ambiental da sua exploração.

2. TURIAÇU E O LITORAL MARANHENSE

Na Fig. 1 ilustra-se a posição geográfica de Turiaçu no Maranhão, a 195 km da capital São Luís, na região da Amazônia Legal. Este município tem aproximadamente 32.491 habitantes e está dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) das reentrâncias Maranhenses, criada em junho de 1991, que abrange todo o litoral ocidental do Maranhão, desde a Baía de São Marcos até o rio Gurupi. Esta área possui reentrâncias e muitos estuários cobertos de manguezais que são importantes berçários para milhares de espécies de peixes, crustáceos, moluscos e pássaros. O clima é chuvoso de dezembro a agosto. Sua precipitação média anual é de 2.000 mm. (Oliveira, Leite Neto, Costa Júnior, Camelo, Saavedra, Santos, 2009). As principais atividades econômicas são a pesca, a agricultura de subsistência, a caça e o garimpo. Os manguezais são explorados também com a retirada de madeira para construção de casas, barcos e produção de

carvão. Há potencial para atividades turísticas, embora existam muitas áreas inacessíveis.



Fig. 1 - Turiçu em vermelho. Maranhão em marrom claro. (Fonte: Wikipédia).

Na Fig. 2 mostra-se a região portuária do estuário de Turiçu durante uma baixa-mar. Pela ponta superior da proa do barco nivelada com a altura do cais acostável tem-se uma percepção visual da altura de maré.



Fig. 2 - Região portuária do estuário de Turiçu durante a baixa-mar. (Fonte: NEA).

2.1 LITORAL OCIDENTAL MARANHENSE

Na Fig. 3 tem-se uma visão panorâmica do litoral maranhense destacando-se no círculo a baía de Turiçu.

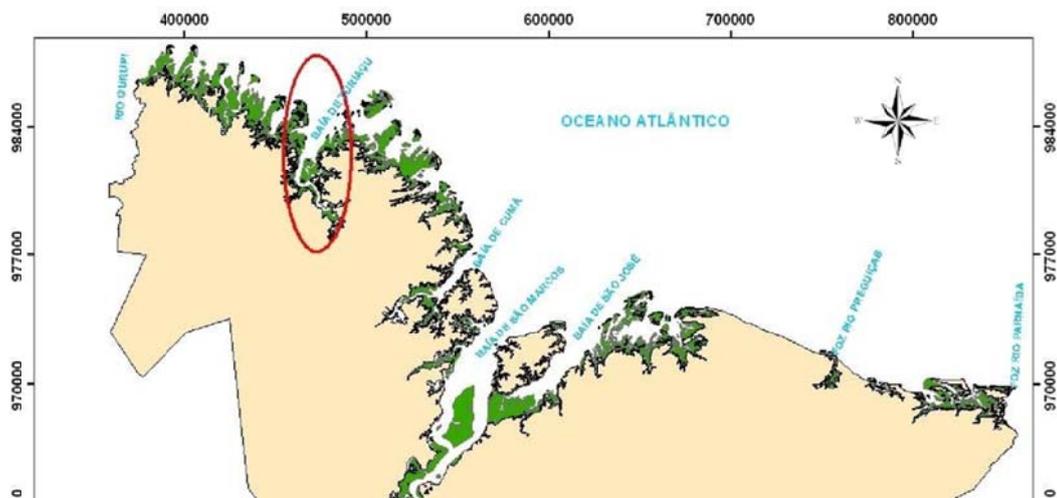


Fig. 3 - Localização da área em estudo na zona costeira maranhense. Fonte: (NEA).

A Fig. 4 é a mesma 3 incluindo-se as curvas de níveis máximos de alturas de marés para o litoral maranhense. Nota-se que na baía de Turiaçu a preamar alcança uma altura máxima de 7 m.

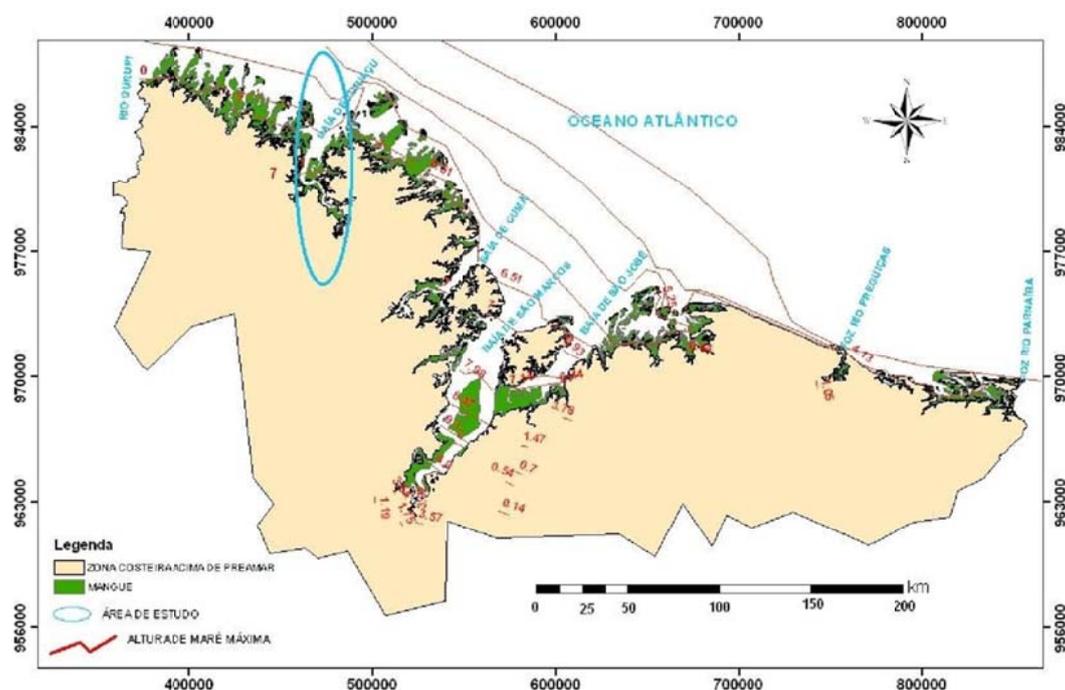


Fig. 4 - Altura máxima de maré para litoral maranhense. Fonte: (NEA).

Na Fig. 5 apresenta-se a região de manguezal do litoral ocidental maranhense, com uma área de mais de 3.000 km² de extensão. Esta região corresponde a 60% da área de manguezais de todo o Estado (Oliveira, Leite Neto, Costa Júnior, Camelo, Saavedra, Santos, 2009).

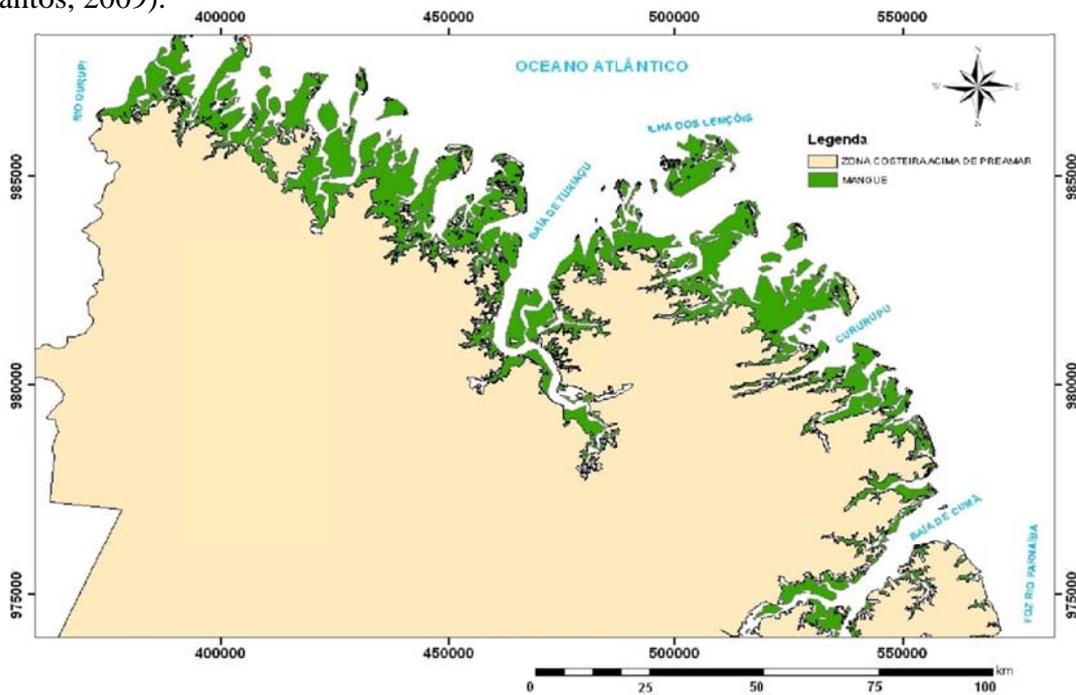


Fig. 5 - Litoral ocidental maranhense com mangue. Fonte: (NEA).

A Fig 6 é uma representação de como seria o litoral maranhense sem mangue. Nesta figura simula-se o mangue como sendo água.

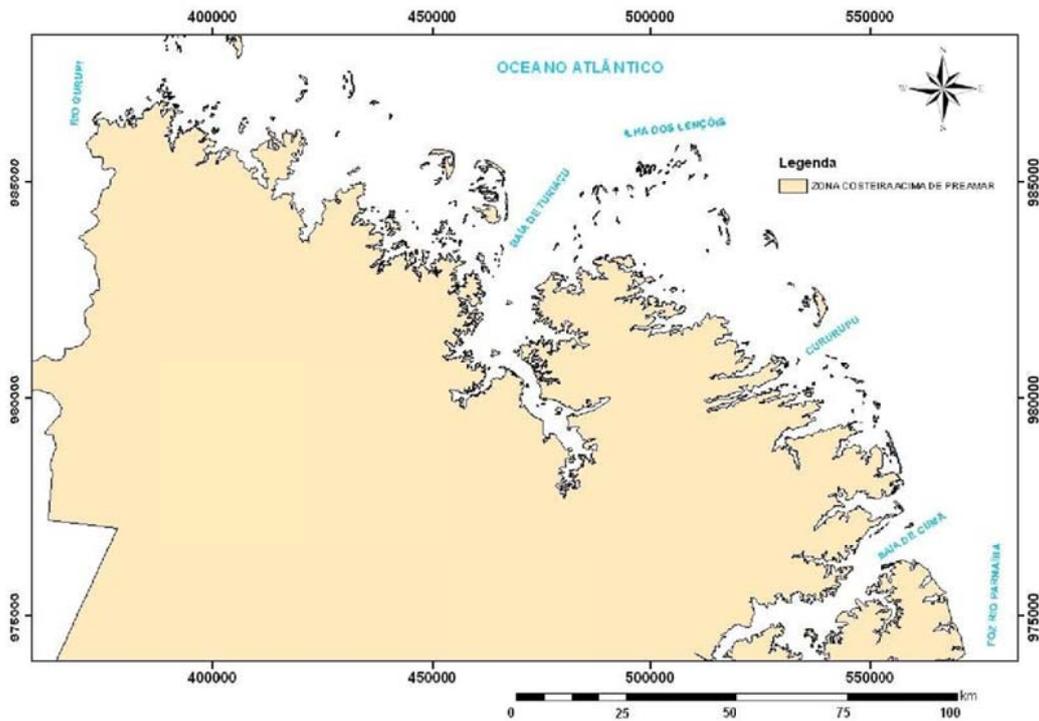


Fig. 6 - Litoral maranhense sem mangue. Fonte: (NEA).

Comparando-se as figuras 5 e 6, pode-se concluir que representamentos interpretando áreas de manguezal como se fossem sólidas e apropriadas para esse tipo de construção demandam barragens de dimensões consideravelmente maiores do que poderia parecer em uma avaliação preliminar.

A Fig. 7 simula uma barragem hipotética represando toda a baía de Turiaçu. Os volumes de renovação de maré para esta represa são apresentados na Tab. 1. Nesta tabela pode-se apreciar os volumes de renovação de maré tanto na área de mangue quanto no curso d'água do canal, para uma altura média de 4,7 e 7 m, respectivamente. Considerando as marés de sizígia, o volume de água que tem de ser renovada é da ordem de 5,8 bilhões de m³. O potencial energético associado a este volume é de grandes proporções, entretanto não-acessível como discorrido mais adiante neste documento.

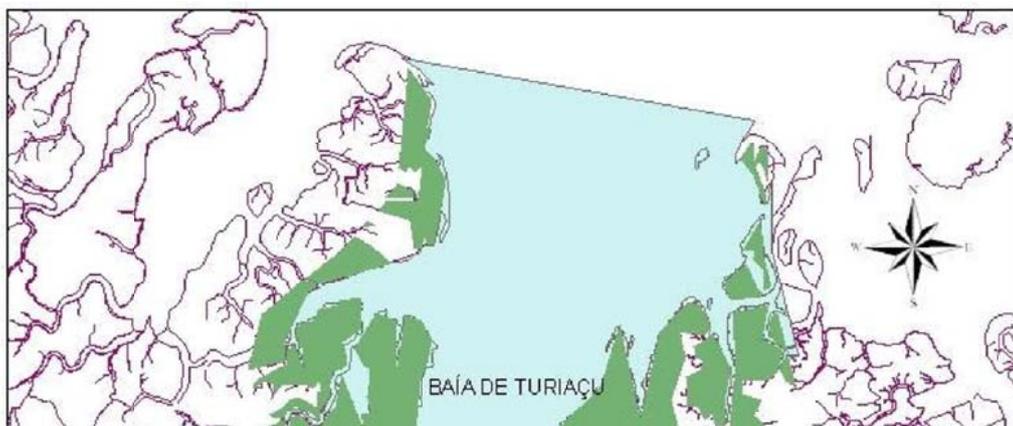


Fig. 7 - Detalhe da área de estudo da baía de Turiiaçu com mangue e terra firme.

Fonte: (NEA).

Tab. 1 - Volumes de renovação de maré para baía de Turiiaçu
(área de estudo mostrada na Fig. 7)

	ÁREA INUNDÁVEL (km²)	VOLUME (m³) na Altura Média de 4,7 m	VOLUME (m³) na Altura Máxima de 7 m
MANGUE	548,09	602 899 000	1 096 180 000
CURSO D'ÁGUA	685,03	3 219 641 000	4 795 210 000
TOTAL	1 233,12	3 822 540 000	5 891 390 000

A Fig. 8 representa o curso d'água de um canal genérico em área de mangue ilustrando várias camadas em função da altura da maré. Essas camadas são parte da dinâmica do ecossistema dos mangues e influenciam diretamente na discussão sobre a possibilidade de aproveitamento do potencial maremotriz. As águas do canal são divididas em volume residente, da cota 0 a -2,0 m, e de renovação, da cota -2,0 a 4,0 m. O volume residente do canal, região em azul, comporta a água que não está sujeita a renovação. Deve-se observar que o mangue já começa dentro do canal e se localiza a partir da cota 0 m (referência Datum Imbituba, SC) até 4 m. As cotas de -0,8 a 2,2 m inundam diariamente renovando seu volume de água. Da cota 2,2 a 4,0 m a inundação   quinzenal. Também ficam em exposi o (sem inunda o) quinzenalmente as cotas de -0,8 a -2,0 m. O lavado corresponde às cotas de 0 a -2,0 m. Uma parte do lavado, de 0 a -0,8 m, inunda diariamente; a outra, de -0,8 a -2,0 m, somente se expõe quinzenalmente. Define-se a altura média de maré, h , como a média entre as preamares de sizígia e quadratura, menos a média entre baixa-mares também de quadratura e sizígia, donde, conforme a Fig. 2.8: $h = (3,1 \text{ m}) - (-1,4 \text{ m}) = 4,4 \text{ m}$.

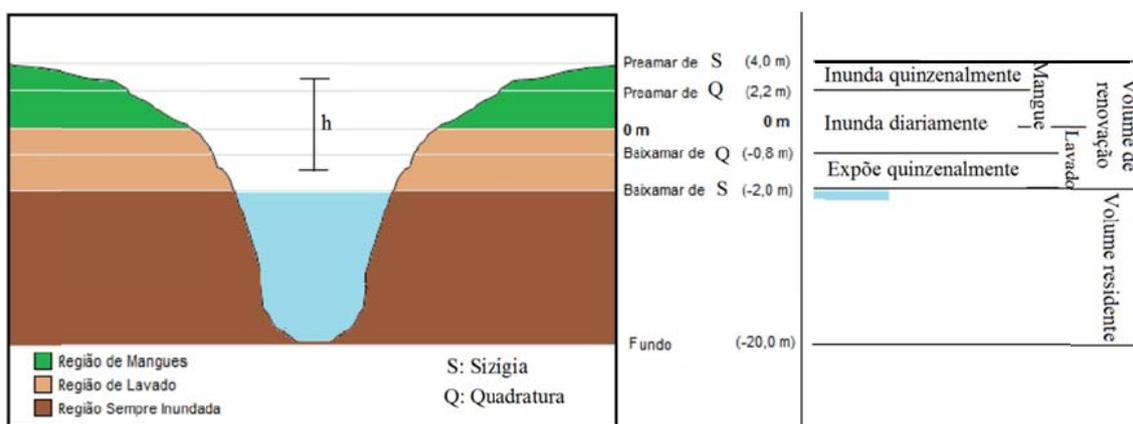


Fig. 8 - Perfil típico da área de manguezal. Fonte: (NEA).

Para se fazer a seleção, avaliação e estimativa do potencial maremotriz de qualquer localidade – e possivelmente decidir pelo seu aproveitamento – segue-se uma estratégia norteadora de critérios e procedimentos gerais.

3. RESUMO DO INVENTÁRIO FEITO NA BAÍA DE TURIAÇU

A baía de Turiaçu apresenta a maior área inundada por maré no Maranhão – 616 km² – e a maior quantidade de energia estimada extraível – 9.114 GWh; com maré de 4,7 m de altura média, atingindo até 7 m de pico, conforme (Sondotecnica , 1981). Na Fig. 1 mostram-se as áreas avaliadas preliminarmente em (Oliveira, Leite Neto, Costa Júnior, Camelo, Saavedra, Santos, 2009), onde se aponta com a seta vermelha três propostas de barragens nas linhas 29, 29A e 29B, respectivamente, ficando a jusante abaixo de cada linha. Na Tab. 1 mostram-se dados de maré relativos a essas três barragens.

Tab. 2 - Dados da baía de Turiaçu relativos às três propostas de barragens indicadas na Fig. 9 (Fonte: Sondotécnica, ELETROBRAS,1981).

Local	Altura média da maré (m)	Comprimento aproximado da barragem (km)	Área da baía (km ²)	Potência extraível (MW)	Distancia Cidade TURIAÇU	Energia anual (10 ³ MWh)
Turiaçu 29	4,7	21,5	616	3 402	37,5 km	9 114
Turiaçu 29A	4,7	17,0	494	2 728	29,5 km	7 309
Turiaçu 29B	4,7	10,5	290	1 602	20,5 km	4 209

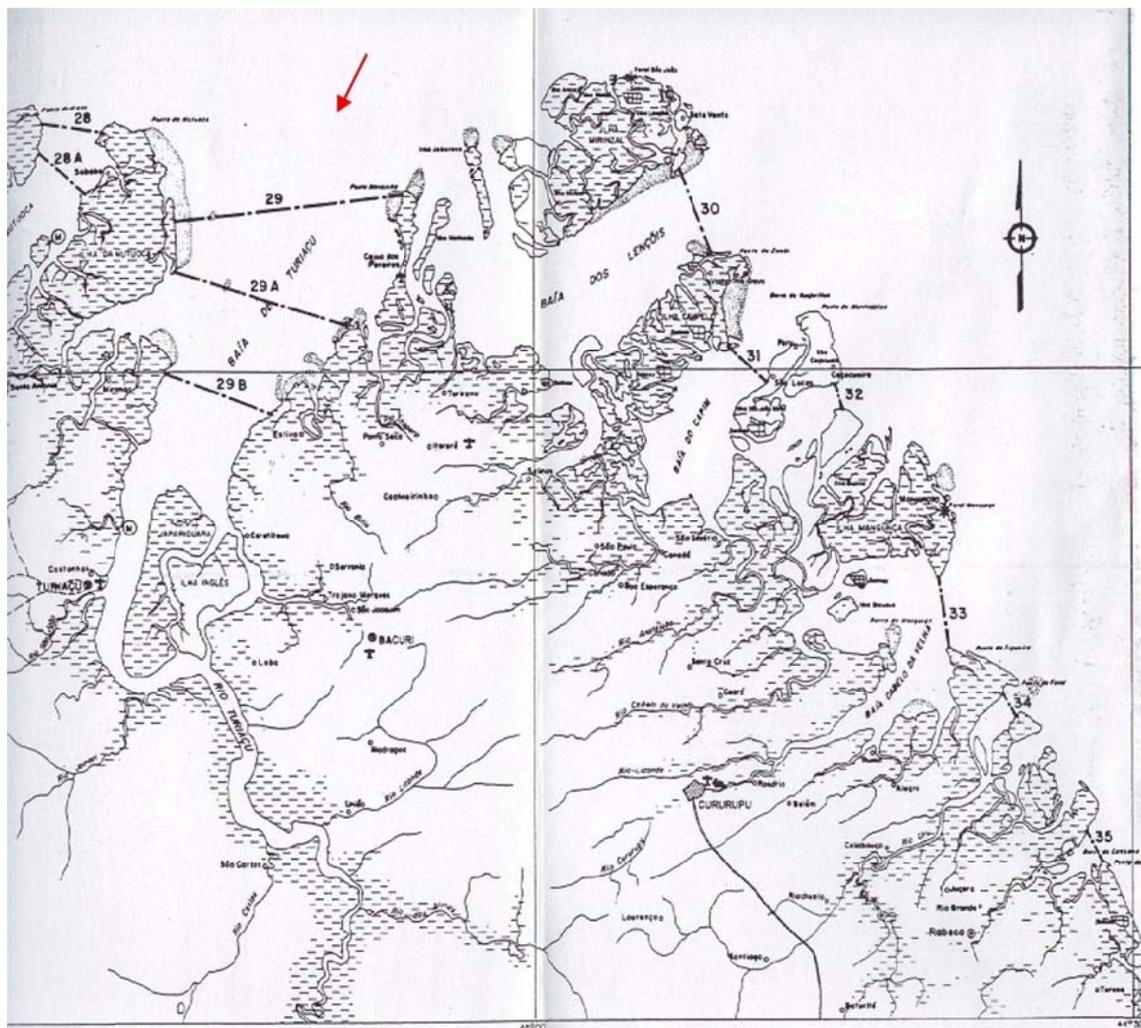


Fig. 9 - Baía de Turiaçu. Fonte: (Sondotécnica, ELETROBRAS,1981).

4. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Conforme a Fig. 5.1 são propostas três alternativas de barragens, identificadas pelos números 29, 29A e 29B. Cada uma com comprimentos aproximados de 21,5 km, 17 km e 10,5 km, respectivamente (ver Tab. 2). Na mesma Figura, nota-se que as cabeceiras destas barragens teriam suas bases em áreas de manguezal, isto é, áreas inundadas diariamente e sem estrutura geológica adequada para dar suporte a estas barragens. Além do mais, para as três alternativas observa-se a inviabilidade de alcançar aqueles lugares por outra via que não seja marítima. A construção de estradas envolveria atravessar pelo menos 20 km de mangue e reentrâncias a partir da sede de Turiaçu, com inúmeras pontes e aterros de custos extremos, tanto financeiros quanto ambientais.

Deve-se também considerar que no período de preamar todos estes manguezais ficam submersos, limitando a capacidade de represamento das hipotéticas barragens. Além disso, há grande perda de volume represado nos próprios manguezais.

As áreas envolvidas na avaliação da Sondotécnica são grandes e compreendem

volumes da ordem de milhões de m³ de água. A construção de barramentos para os aproveitamentos são inviáveis do ponto de vista de escoamento dos volumes de água uma vez que para acontecer os volumes de renovação envolvidos em cada ciclo de maré seria necessária a adoção de ‘centenas’ de unidades de turbinas ou a construção de vertedouros, os quais corresponderiam à maior parte do barramento.

5. IMPACTO AMBIENTAL

O ecossistema dos manguezais tem sua existência intimamente ligada ao regime de alternância de marés; isto é, períodos de submersão e períodos de exposição. O represamento d’água através de barragens compromete esta alternância com resultados nefastos para a flora e fauna de mangues. Este aspecto é extremamente crítico e deve ser avaliado na sua adequada dimensão para cada alternativa de aproveitamento. Nos três aproveitamentos em análise, a questão ambiental é dominante porque implica também em extensos aterros de manguezais para alcançar as cabeceiras das barragens sugeridas.

A construção de barramentos nos locais sugeridos, além do impacto já anunciado no parágrafo anterior, causa mudanças nos regimes de corrente marítimas que adentram os canais. As conseqüências destas mudanças afetam o volume de renovação das águas do mangue, com implicações para a sobrevivência do manguezal.

6. VIABILIDADE TÉCNICA ECONÔMICA

As potências extraíveis, na ordem de 3,402 GW, corresponde a uma potência instalada extremamente elevada para a demanda da região. Isso leva à necessidade de escoar esta potência para grandes centros de consumo, demandando a instalação de linhas de transmissão em alta tensão, que deverá atravessar a mesma área de manguezal já referida, além da distância a percorrer a partir da sede do Turiaçu até à subestação concessionária de alta tensão mais próxima.

Para aproveitamento total do potencial extraível, a represa deveria ser esvaziada a cada seis horas o que implicaria geração intermitente, ficando a linha de transmissão inoperante durante algum período, que varia de acordo com o modo de operação (feito simples ou duplo, por exemplo).

Por outro lado, as dimensões das barragens sugeridas a serem construídas em área de manguezal implicam em um movimento de material extremamente alto e não disponível, nesse nível de escala, na região.

Logo, conclui-se que os potenciais energéticos, apesar de serem significativos, têm sua exploração fortemente comprometida por questões de viabilidade econômica, geográfica e ambiental.

Os fatores críticos que comprometem estes empreendimentos são:

- Tamanho do empreendimento e distância;
- Dificuldade de acesso; e
- Localização em áreas de manguezais.

Da análise realizada nesta seção a luz de critérios atuais de viabilidade, envolvendo impacto ambiental, equilíbrio econômico-financeiro, acessibilidade etc. os

aproveitamentos discutidos se tornam inviáveis. Poder-se-ia concluir que a exploração maremotriz nessa região é inviável? Não a priori. A resposta depende, para cada caso, da intensidade de cada fator analisado. Uma tendência que se vislumbra é que aproveitamentos maremotrizes devem localizar-se mais próximos de terra firme e de áreas habitadas. Estes aspectos contribuem positivamente para reduzir o impacto ambiental ao aproximar a geração da demanda, melhorando significativamente as chances de viabilidade.

7. PEQUENOS APROVEITAMENTOS PARA EXPLORAÇÃO MAREMOTRIZ NA BAÍA DE TURIAÇU

Na Fig. 10 vê-se uma fotografia aérea do município de Turiiaçu registrada em maio de 2009. A baía é realçada em azul e a seta aponta para a localização da cidade. Dentro da elipse mostram-se os dois canais e reentrâncias que ficam bem próximos da cidade os quais são o objeto da atual proposta para estudos exploratórios.

Os fatores que contribuem para um aproveitamento energético maremotriz de pequena escala se tornar viável são:

- a) Distância do mercado – facilidade de acesso (redução de custo de construção);
- b) Geração compatível com a demanda;
- c) Possibilidade de aproveitamento parcial do potencial da represa;
- d) Impacto ambiental relativamente reduzido; e
- e) Possibilidade de exploração apenas hidrocínética (sem barragem).

A avaliação bem como o peso de cada um destes fatores no empreendimento depende de cada caso, exigindo necessariamente a realização de um estudo específico. De fato, não há garantia de que todos os pequenos empreendimentos sejam viáveis. Mas, a possibilidade de se tornarem viáveis é muito maior do que para grandes projetos, como os casos analisados nas seções anteriores.



Fig. 10 - Município apontado pela seta e Estuário de Turiaçu destacado em azul, no Maranhão.

8. BACIAS ESCOLHIDAS

Na Fig. 11 mostram-se os pequenos canais e reentrâncias em tom cinza e o manguezal adjacente que ficam no entorno da cidade. Note-se, também, sobretudo, as pequenas porções de terra firme que podem servir de base para as cabeceiras das barragens correspondentes às sub-bacias de 1 a 4 – estas representadas na Fig. 12 e descritas nas seções seguintes.

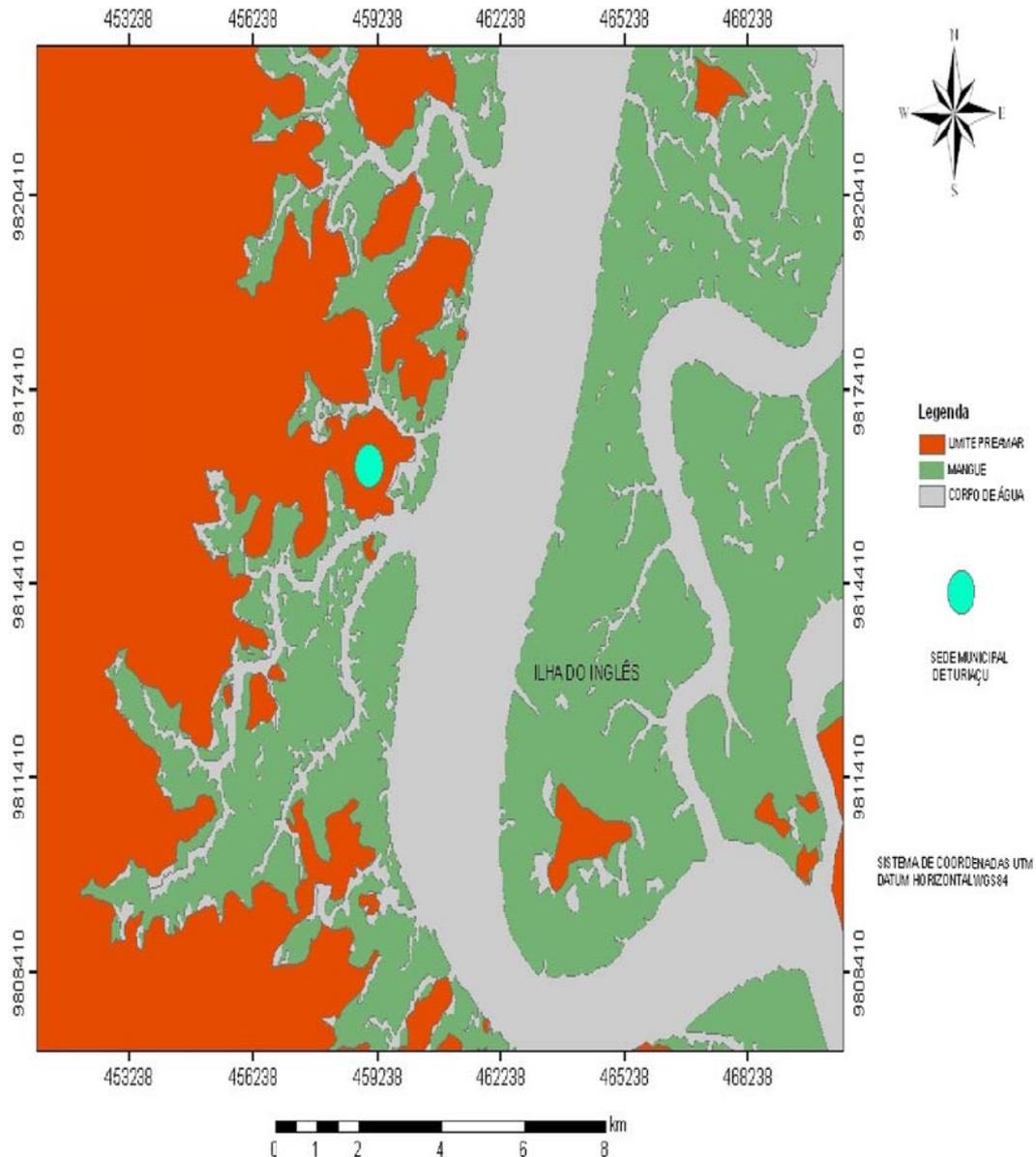


Fig. 11- Destaque para canais, reentrâncias e manguezal. Fonte: (NEA).

Na Fig. 12 são destacadas as quatro bacias escolhidas para análise específica de potencial maremotriz, levando em conta o critério de proximidade de mercado, facilidade de acesso etc. Em sua legenda descrevem-se suas principais características.

Na Tabela 3 identificam-se as quatro bacias – 1, 2, 3 e 4 – em análises, com a

relação de áreas inundáveis por maré e volumes de renovação hídrica. A partir desses dados pode ser deduzido o volume residente. Os volumes de renovação referidos nesta tabela são por maré. Deve-se observar que as marés maranhenses são do tipo semidiurno – duas preamares e duas baixa-mares diárias.

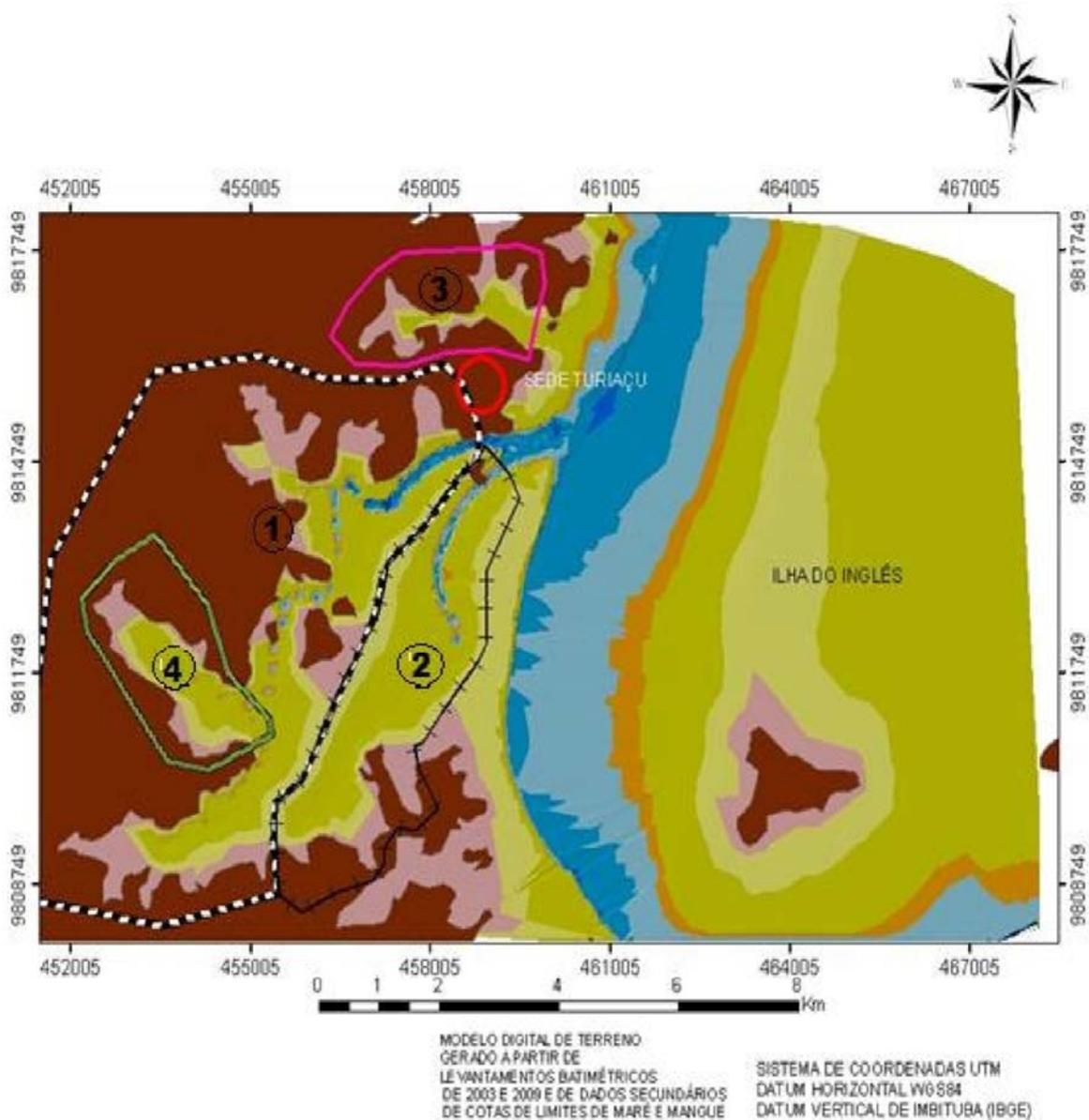


Fig. 12 - Bacias escolhidas para estudo. Fonte: (NEA).

LEGENDA

-  **Sub-bacia média de leste**
-  **Sub-bacia média de oeste**
-  **Microbacia a sudoeste de Turiaçu**
-  **Microbacia adjacente a Turiaçu**

	Atitude em (m)	
		Terra firme
	+3,5 <> +4,0	Inunda somente nas preamares de sizígia
	+2,2 <> +3,5	Inunda quinzenalmente
	-1,0 <> +2,2	Inunda e expõe diariamente
	-2,0 <> -1,0	Expõe quinzenalmente nas baixa-mares de sizígia
	-6,0 <> -2,0	Permanentemente submerso
	-10 <> -6,0	Permanentemente submerso
	-20 <> -10	Permanentemente submerso
	-30 <> -20	Permanentemente submerso

Tab. 3 - Relação das áreas inundáveis por maré e volumes de renovação hídrica para as sub-bacias (1, 2, 3 e 4) em estudo.

BACIA	DESCRIÇÃO	ÁREA INUNDÁVEL TOTAL (km ²)	VOLUME DE RENOVAÇÃO MÉDIO (milhões de m ³)	VOLUME DE RENOVAÇÃO MÁXIMA (milhões de m ³)
1	Mediana a sudoeste de Turiiaçu	39,6	10,6	32,9
2	Mediana a sudeste de turiaçu	10,6	8,0	23,1
3	De pequeno porte adjacente à sede municipal	3,7	0,8	2,2
4	De pequeno porte adjacente à sede municipal (integrante da sub-bacia mediana a sudoeste)	3,5	1,8	5,4

A seguir são apresentados resultados de estudos específicos realizados para cada uma das sub-bacias referidas que, por simplificação, passarão a ser denominadas apenas de bacias.

8.1 BACIA 1

A bacia 1 – mediana localizada a sudoeste da cidade de Turiiaçu – é identificada por linha tracejada em branco na Fig. 12, abrangendo o braço esquerdo do canal bifurcado. Das quatro bacias esta tem a maior área inundável, abrangendo uma grande extensão de manguezal. Na Fig. 13 mostra-se o volume em função da cota do reservatório.

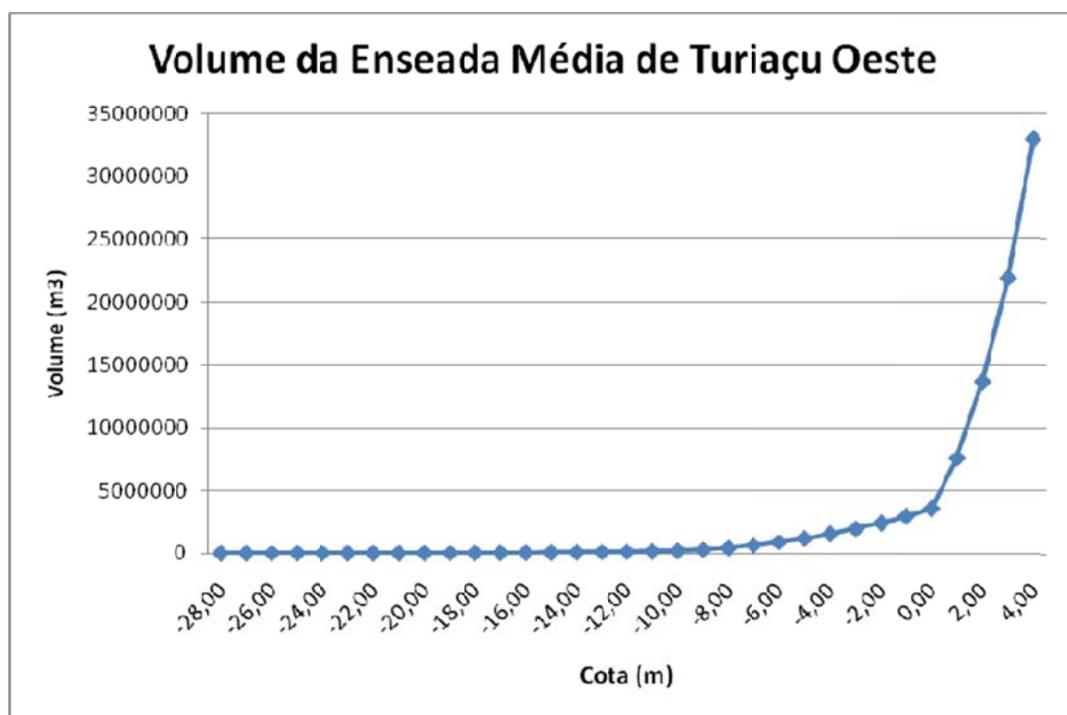


Fig. 13 - Volume em função da cota de maré na bacia 1. Fonte: (NEA).

A barragem necessária para fechamento do canal é relativamente pequena, com um comprimento aproximado de 240 m, com encosta das cabeceiras em terra firme, porém passando por um trecho de manguezal. Além deste fator, este aproveitamento pode ser comprometido em termos de viabilidade pelo fato de que uma extensa área de manguezal pode vir a ficar submersa (dependendo da dinâmica de esvaziamento do

reservatório), causando o afogamento da flora local.

8.2 BACIA 2

A bacia 2 está localizada a sudeste de Turiaçu envolvendo o braço direito do canal bifurcado adjacente ao porto, envolta pelo tracejado marrom. Na Fig. 14 mostra-se o volume em função de cada cota do reservatório.

Tab. 6.3 - Volumes médios represados em função da cota de maré na bacia 2.

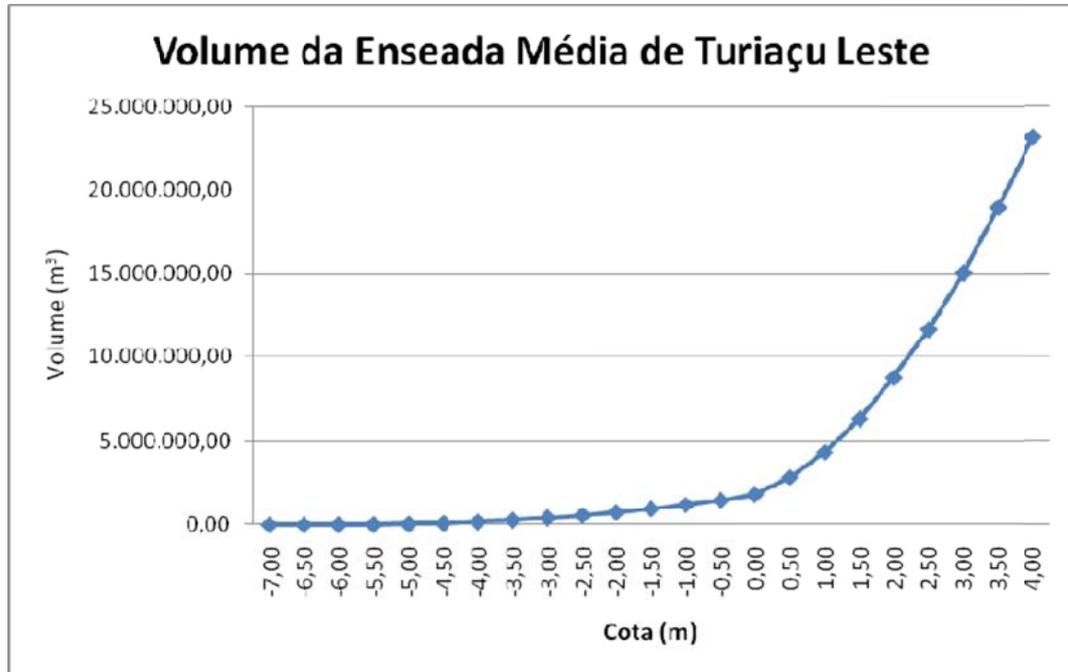


Fig. 14 - Volume em função da cota do reservatório da bacia 2. Fonte: (NEA).

Analogamente ao caso anterior, a barragem necessária para fechamento deste canal é pequena, com um comprimento aproximado de 190 m, com uma cabeceira em terra firme e a outra em área de manguezal. Igual ao caso anterior, este aspecto somado ao fato que uma extensa área de manguezal pode vir a ficar submersa (dependendo da dinâmica de esvaziamento do reservatório), também pode inviabilizar este aproveitamento em termos de impacto ambiental.

8.3 BACIA 3

A bacia 3 corresponde a uma microbacia adjacente à cidade de Turiaçu, envolvendo uma pequena reentrância próxima da cidade. Na Fig. 15 mostra-se o volume em função da cota do reservatório.

Fig. 15 - Volume em função da cota de reservatório na bacia 3.

A barragem necessária para fechamento desta reentrância tem um comprimento aproximado de 800 m (da ordem da barragem do Bacanga), com ambas as cabeceiras em terra firme, porém passando por área de manguezais. Igual aos casos anteriores, este aspecto somado ao fato que uma área de manguezal pode vir a ficar submersa (dependendo da dinâmica de esvaziamento do reservatório); assim como a dimensão da barragem; podem tornar crítico este aproveitamento em termos de impacto ambiental e viabilidade econômica.

8.4 BACIA 4

Esta última microbacia é próxima à cidade de Turiaçu, envolvendo outra pequena reentrância, como indicado na Fig. 12. Na Fig. 15 mostra-se o volume em função da cota do reservatório.

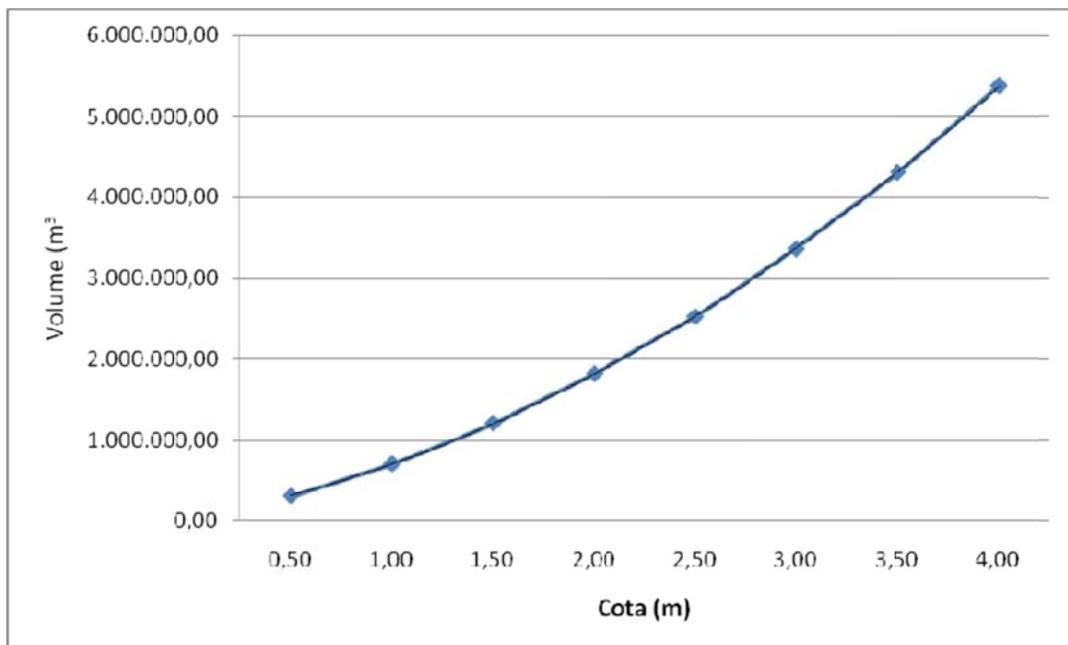


Fig. 15 - Volume em função da cota do reservatório da bacia 4. Fonte: (NEA).

A barragem necessária para fechamento desta reentrância tem um comprimento aproximado de 700 m (também da ordem da barragem do Bacanga), com ambas as cabeceiras em terra firme, porém passando por área de manguezais. Igual aos casos anteriores, este aspecto somado ao fato que área de manguezal pode vir a ficar submersa (dependendo da dinâmica de esvaziamento do reservatório); assim como a dimensão da barragem; podem tornar crítico este aproveitamento em termos de impacto ambiental e viabilidade econômica.

8.5 DISCUSSÃO

Com relação às bacias estudadas deve-se aplicar a seqüência geral de procedimentos, descrita no Capítulo 3, para escolher e avaliar sítios candidatos para aproveitamento de energia maremotriz com especial atenção no que diz respeito à preservação da flora e fauna, bem como com relação à construção de barragem.

Estudos complementares também devem ser feitos para avaliação dos impactos ambientais positivos e negativos decorrentes da construção de uma barragem. A escolha de um local para implantação de uma usina eletromaremotriz depende do mínimo de impacto ambiental negativo, menor risco de construção, da viabilidade econômica e da justificativa social. A escolha acaba condicionada à metodologia de aquisição e do processamento de dados, bem como à meticulosidade da pesquisa e da disponibilidade de fontes confiáveis.

No que se refere à preservação do manguezal represado pela barragem, uma adequada operação do reservatório que permita reproduzir o ciclo normal de maré para o mangue, isto é, que o volume a ser turbinado por ciclo garanta que no final deste o mangue fique exposto, possibilita que o aproveitamento atenda adequadamente a critérios ambientais. Esta estratégia pode tornar viáveis grande quantidade de canais e reenâncias plausíveis de exploração em pequena escala.

9. COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÕES

O relatório da Sondotécnica/Eletróbrás fornece um panorama otimista do potencial energético, sem considerar a acessibilidade dessa energia do ponto de vista econômico, logístico e de impactos ambientais. A riqueza deste relatório, além de ser o marco zero nos estudos maremotrizes no Brasil, está no fato de prover o mapa de potencialidades das marés no litoral brasileiro.

Entretanto, no contexto atual, devem ser considerados vários aspectos altamente críticos que definirão se os potenciais identificados são realmente *extraíveis*. No presente relatório, esses aspectos críticos foram conjugados com o estuário piloto de Turiaçu, sem perda de generalidade, de forma a constituir um documento técnico que dê suporte a decisões futuras no que tange a exploração de maremotriz para geração de energia elétrica.

Da análise realizada a luz de critérios atuais de viabilidade, envolvendo impacto ambiental, equilíbrio econômico financeiro, acessibilidade etc., os aproveitamentos objeto de discussão se tornam inviáveis. A questão que surge é: ao apresentar cenários semelhantes todos os demais locais são inviáveis? A resposta é necessariamente não, dependendo, para cada caso, da intensidade de cada fator crítico.

Uma tendência que se vislumbra é que aproveitamentos maremotrizes devem localizar-se mais próximos de terra firme e de áreas habitadas. Estes aspectos contribuem positivamente para reduzir o impacto ambiental ao aproximar a geração da demanda. Esta tendência vem acompanhada com a redução da ordem dos aproveitamentos, os quais basicamente envolvem canais com volume de água a ser represado eventualmente bastante menor do que os discutidos neste documento e com dimensões de barragens bem realistas – da ordem da construída no Rio Bacanga.

Em outras palavras, aproveitamentos maremotrizes se tornam mais viáveis e possíveis de implementar quando são de pequena escala. Esta constatação está sintonizada com uma realidade da região norte-nordeste, onde há um número grande de pequenas comunidades isoladas, sem energia, atendidas parcialmente, ou com serviço de baixa qualidade. Pode-se concluir que a energia maremotriz em pequena escala torna-se uma alternativa para mitigar os níveis de exclusão elétrica, propiciando estímulos à melhoria dos cenários sócio-econômicos dessas comunidades. Isto pode se traduzir também como empreendimento com ênfase em retorno social. Portanto, a

viabilidade econômica e ambiental assim como a melhor forma de implantar o aproveitamento deve ser objeto de estudo individualizado.

É opinião dos autores que esforços devem ser realizados no sentido de aprofundar estudos objetivando pequenos aproveitamentos maremotrizes, de forma a se ter um panorama em detalhe dos micro-estuários atualmente com viabilidade técnico-econômica, assim como daqueles que no futuro próximo podem vir a se tornar viáveis em função das demandas de mercado e desenvolvimento.

10. AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com os apoios da ELETROBRAS através do Convênio ECV 085/2005, do Projeto BRA 99/011/ PNUD através de C.A. 07/47-3952 e do CNPq.

11. REFERÊNCIAS

BEZERRA NETO, P.; Saavedra, Osvaldo R.; CAMELO, Nelson José; RIBEIRO, L. A. S. (2010), Viabilidade de Pequenos Aproveitamentos para Geração de Energia Eletromotriz. In: XVIII Congresso Brasileiro de Automática, 2010, Bonito: UNESP, 2010. v. 1. p. 66286.

Charlier, Roger Henri. 2009. Ocean Energy. Tide and Tidal Power. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. 2009. Balanço Energético Nacional 2009. Resultados Preliminares. Rio de Janeiro. Brasil.

Leite Neto, P. B., Oliveira, D. Q., N. J. Camelo, O. R. Saavedra. 2009. Estudo do Potencial para Geração de Energia Elétrica a partir de Fonte Maremotriz. 8th Latin-American Congress: Electricity Generation and Transmission, 2009, Ubatuba. Anais do VIII CLAGTEE. Guaratinguetá : UNESP. v. 1. p. 709.

MJ2 Technologies. 2010. www.vlh-turbine.com.

Oliveira, D. Q., Leite Neto, P. B., Costa Júnior, A. L., Camelo, N. J., O. R. Saavedra, Santos, M. C. F. V. (2009). Relatório do Potencial Maré-Motriz do Estuário e Memória Técnica – Estuário de Turiaçu. Projeto BRA 99/011/PNUD, Ministério de Minas e Energia – PLPT.

Sondotécnica Engenharia de Solos S.A., Eletrobrás. (1981). Aproveitamentos Maremotrizes na Costa Maranhão – Pará – Amapá. Inventário Preliminar.