

FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS: Energia das Ondas

Alexandre Rafael de Moraes Scarparo

Graduando em Engenharia Elétrica,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Julio de Lima Junior

Graduando em Engenharia Elétrica,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Paulo Roberto da Silva Junior

Graduando em Engenharia Elétrica,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Felipe Rodrigues Mendes de Araujo

Engenheiro de Controle e Automação – UniSalesiano; Especialista em Gestão de
Projetos – FGV; Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Jeane Batista de Carvalho

Engenheira Mecânica – UNESP; Mestre em Engenharia Mecânica – UNESP;
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

A energia das ondas tem potencial energético favorável para o seu uso como fonte de energia renovável. Vários países europeus estudaram o aproveitamento energético das ondas, por ser tratar de uma energia verde, sustentável. Toda a energia gerada pela onda pode ser considerada potencial e cinética, que serão convertidas em energia elétrica através de tecnologias aplicadas. Toda essa proporção potencial marítima apresenta benefícios e malefícios, como o impacto em curto prazo da fauna marítima, bem como poluição sonora. Com o avanço da globalização, do crescimento mundial e tecnológico, a procura por novas fontes, que respeitem questões ambientais e sejam economicamente viáveis, tem sido alta, principalmente quando o assunto é a diminuição de emissão de gases de efeito estufa, resultando na energia limpa que será utilizada mundialmente, dentro dos aspectos ambientais desejáveis.

PALAVRAS-CHAVE: energia de ondas; sustentabilidade; energia elétrica.

INTRODUÇÃO

Com o aumento do consumo de energia mundial, novas formas de produção de energias são fundamentais para que se possa, respeitando aspectos ambientais e econômicos, suprir a necessidade energética. Esses aspectos ambientais que devem ser respeitados já foram documentados em protocolos sobre a energia verde, sustentável, como por exemplo, Protocolo de Kyoto (ALVES, 2015; COSTA, 2004).

Os oceanos são responsáveis por conter todos os recursos naturais que possam ser rentáveis para as necessidades citadas, isso porque possui potencial

energético suficiente. Essa energia tem sido estudada por países europeus, que investigam e desenvolvem tecnologias associadas ao aproveitamento energético, e que será bem recebida futuramente, por se tratar de energia limpa e inesgotável. Com esse pensamento, unificando com a sustentabilidade e recursos econômicos, a utilização de energia através das ondas marítimas se torna um recurso favorável para a causa (GOMES, 2010; SARMENTO, CRUZ, 2003).

Antes mesmo dos estudos europeus, a energia de ondas marítimas teve seu reconhecimento na antiguidade, no século XVIII, quando foram apresentadas as primeiras propostas para seu aproveitamento. E foi no Japão, na década de 1960, comandado por Yoshio Masuda, que a energia por ondas foi utilizada pela primeira vez, servindo como energia para boias de sinalização marítima. Em sequência, no ano de 1973, no período da crise do mercado petrolífero, a energia marítima surgiu nos programas de Investigação e Desenvolvimento (I&D) do Reino Unido, utilizando o trabalho de Salter como interventor para a notoriedade do potencial energético das ondas (MCCORMICK, 1981; ROSS, 1995; SALTER, 1974).

Desde 1991, a Comissão Europeia tem dado apoio aos estudos sobre a energia das ondas, e em 1993 houve patrocínio para uma conferência internacional de energia das ondas, para dar continuidade a I&D, na Europa. Além da energia produzida pelas ondas, a busca por outras energias renováveis tem aumentado. Pode-se definir energia renovável aquela que seja limpa, ou seja, que não agride a atmosfera com gases de efeito estufa (RODRIGUES, 2004).

Ainda assim, há um alto custo de instalação, além de pouca informação a respeito das energias verdes e seus benéficos para o ambiente. São energias geradas através de calor do sol, vento ou água. Essa fonte de energia atua como complementação aos métodos convencionais de geração energética, tal como o combustível fóssil (CARAPETO, 1998; SCHIMIDT, 1999; ALLÈGRE, 1993).

Hoje, a busca por uma energia sustentável é necessária, de forma que respeite as três dimensões sustentáveis: dimensão social, dimensão econômica e dimensão ambiental. Contudo, houve crescimento excessivo no consumo de energia mundial, principalmente pelos países desenvolvidos, gerando, para 2020, um aumento de 60% no consumo energético (EIA, 2003; SANTOS, 2005).

Problemas ambientais, tais como aquecimento global, chuva ácida e resíduos radioativos são decorrentes do uso de energias não sustentáveis,

causando assim a necessidade por uma busca de energia que não tenha um impacto ambiental negativo (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2010).

Questões ambientais foram discutidas no III Fórum Mundial Social, em Porto Alegre (2003) e na *United Nation Climate Change Conference*, na Dinamarca (2009). Nesses encontros, todas as preocupações estiveram voltadas para as mudanças climáticas e a redução dos gases apresentados no Protocolo de Kyoto (MARTINS; CÂNDIDO, 2008).

Este trabalho está pautado em estudos, dissertações e tem como objetivo esclarecer acerca das fontes de energia renováveis com ênfase na energia das ondas, considerando a problemática e necessidade de considerar outras fontes de energia sustentáveis.

2 FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

Há diversas fontes renováveis, e em alguns casos a energia solar atua como palco para a produção de outras energias indiretas, como a energia eólica, hídrica e a fotovoltaica. Contudo, algumas fontes não necessitam dessa colaboração solar, sendo elas a energia geotérmica e a marítima, funcionando através de força gravitacionais exercidas sobre a Terra (DUARTE SANTOS, 2007).

Em 2002, a energia hídrica teve uma representação de 2,2% na produção mundial de energia primária, tendo contribuição de alguns países nessa porcentagem, sendo 14,0% da China, 11,3% do Canadá, 11,2% do Brasil e 10,2% dos Estados Unidos. O potencial global de geração de energia hidroelétrica de forma econômica indica valores anuais de produção da ordem de $2,5 \times 10^{19}$ J, sendo considerado três vezes menor do que o valor esperado de produção para o ano de 2020. Essa geração de energia acontece através da condensação, precipitação e evaporação das águas por meio de irradiação solar e força gravitacional. Com isso, usinas hidroelétricas são responsáveis pela transformação de energia cinética em energia elétrica, através da movimentação das águas (BORTOLETO, 2001; DUARTE SANTOS, 2007; IEA, 2008).

A energia eólica é utilizada há mais de 5 mil anos para navegação, mas foi apenas no século III d.C. que máquinas de transformação de energia dos ventos em trabalho foram criadas. Entre 1995 e 2004, o crescimento da utilização da energia

eólica foi de sete vezes, comparado ao ano de 1990, sendo a Europa dominante nesse crescimento, com três quartos da energia eólica produzida no mundo. Sua capacidade de produção anual chega à ordem dos $7,2 \times 10^{19}$ J, representando três vezes mais o potencial hídrico projetado para 2020. A conversão de energia eólica para elétrica acontece através dos aerogeradores, que são equipamentos formados por turbina eólica, multiplicador mecânico, gerador elétrico, sistema de conexão elétrica e sistemas de controle, todos envolvidos no processo de transformação de uma energia em outra. As pás da turbina que realizam a conversão da energia cinética dos ventos em energia mecânica rotacional, gerando a realização da conversão em energia elétrica (HAU, 2006; PAVINATTO, 2005; MILLER, 2006; DUARTE SANTOS, 2007).

A energia solar fotovoltaica é obtida por meio da conversão direta da luz em eletricidade, por meio de dispositivos fotovoltaicos. Esse processo foi descrito por Edmond Becquerel, em 1839, quando relacionou com o aparecimento da diferença de potencial nos extremos da estrutura de material semicondutor produzido através da absorção da luz, ou seja, pela liberação e movimentação de elétrons, possibilitando a diferenciação de potencial. A conversão da energia solar em eletricidade não precisa de operador para o sistema, além de não liberar gases e ocorrer silenciosamente. A princípio, a energia fotovoltaica serviu como fonte de energia para sistemas instalados em locais remotos e para atividades espaciais, por ser o meio eficaz para fornecimento de energia para a permanência no espaço (CRESESB, 2004; LAMBERTS et al., 2010).

A produção de energia geotérmica acontece desde 1904, mas apenas recentemente que tal recurso tem sido utilizado como fonte renovável. Essa produção de energia acontece através da exploração de energia terrestre, ou seja, o calor abaixo da superfície da Terra. Isso acontece através de um fluido geotérmico, como a água, que é responsável pelo transporte do calor gerado para a superfície, e sua utilização depende diretamente dos caudais e da gama de temperatura. Com isso, a energia geotérmica pode ter utilização direta, onde é utilizada para fornecimento de calor para indústrias, aquecimento ambiente e termas; pode servir em bombas de calor, no qual utiliza as diferenças de temperatura para fornecer calor e frio e ser utilizada em centrais geotérmicas, para movimentação de turbinas e produção de energia elétrica (LAW, 2009; BICUDO, 2009; GEO, 2000).

2.1 Energia das Ondas

As ondas, e os oceanos possuem reservas energéticas inesgotáveis. O difícil é converter toda essa força oferecida para a transformação eficiente em eletricidade.

Historicamente, desde o século XVIII, houve propostas acerca da utilização da energia de ondas devido ao seu potencial energético, sendo empregada em bombas, serras e moinhos (ROSS, 1995).

Tendo-se em conta que ao se observar o globo terrestre a primeira percepção é de que aproximadamente 70% de sua superfície está coberta por água. Estima-se que o recurso energético gerado pelas ondas está em torno de 2TW, assim, torna-se um desafio a obtenção de energia por esse meio, como forma de fazer uso do enorme potencial energético disponível (CRUZ; SACRAMENTO, 2004).

De acordo com o Centro de Fontes de Energias Renováveis (CRES, 2002), a potência de uma onda é proporcional ao quadrado da sua amplitude e ao seu período, as ondas de amplitude de cerca de 2 m e de período entre 7-10 s excedem normalmente os 50 KW por metro de frente de onda.

De acordo com Dean e Dalrymple (1991), a energia contida em uma onda pode ser classificada em *energia potencial*, trata-se da energia de descolamento de massa contra um campo gravitacional; e *energia cinética*, que resulta do movimento das partículas da água através do fluido, a soma das suas energias gera a energia total, pela qual se determina a modificação das ondas em seu deslocamento até a costa, bem como a energia necessária para conversão em energia elétrica.

2.1.1 Tecnologias de Conversão

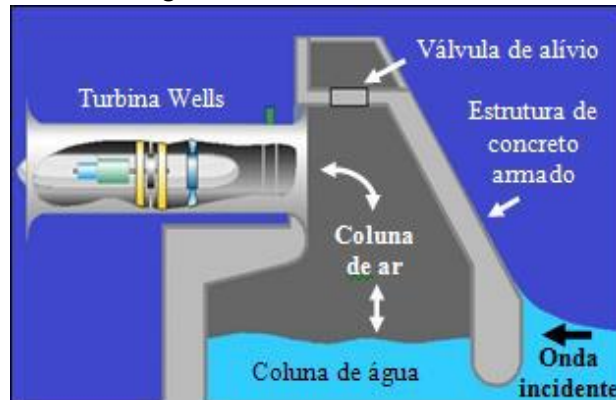
A classificação das tecnologias disponíveis para conversão pode ser conforme a distância da costa e de acordo com a tecnologia empregada.

No primeiro caso, têm-se os dispositivos costeiros (*onshore*), podendo ser fixos, com acesso por terra, chamados de primeira geração; próximos da costa (*nearshore*), com profundidade que varia entre 8-25 metros, também conhecido como de segunda geração; afastados da costa (*offshore*), com profundidade acima dos 25 metros e por meio de dispositivos flutuantes, os chamados de terceira geração (WAVENET, 2003).

No segundo caso, de acordo com Assis (2010), há três principais classes, a saber (i) coluna de água oscilante, (ii) corpos oscilantes e (iii) galgamento.

Na coluna de água oscilante, o movimento das ondas provoca a pressurização e despressurização do ar dentro de uma estrutura, fazendo com que o mesmo tenha uma passagem forçada através de uma turbina que está acoplada a um gerador elétrico (Figura 1). O modelo de turbina mais usado é do tipo Wells (NEUMANN; CROM, 2011).

Figura 1. Esquema de funcionamento de uma coluna de água oscilante.



Fonte: Adaptado de PICO, 2016.

A tecnologia dos corpos oscilantes visa o aproveitamento da disponibilidade de energia em águas com profundidade superior a 40 metros, podendo ser estruturado de modo flutuante ou submerso (FALCÃO, 2009). Como exemplo de modelo de flutuante tem-se o *Norwegian buoy* (Figura 2), o modelo mais simples que consiste em uma boia ligada a um referencial fixo no fundo do mar. Este modelo foi testado em 1983 (BUDAL et al., 1982).

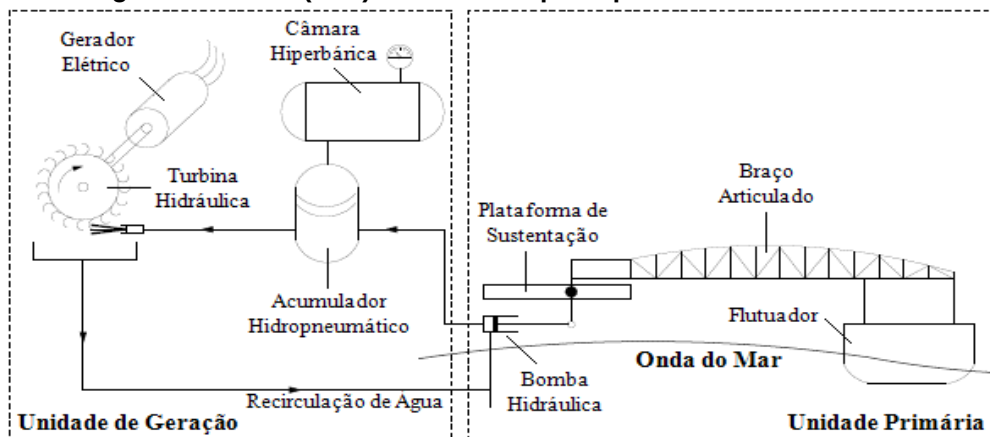
Figura 2. Corpo oscilante Norwegian buoy (1983).



Fonte: Adaptado de FALCÃO, 2009.

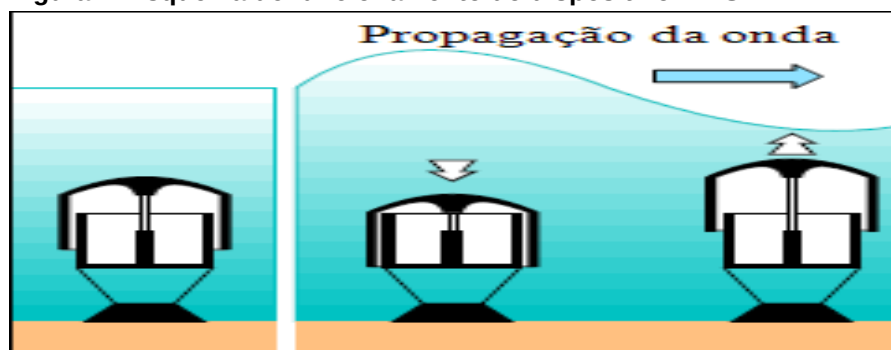
No Brasil, o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE), da Universidade Federal do Rio de Janeiro, desenvolveu um modelo composto por flutuadores fixados em estruturas horizontais articuladas, como braços (Figura 3). Com o movimento dos flutuadores, os braços mecânicos exercem pressão no pistão da bomba hidráulica injetando água para o acumulador hidropneumático proporcionando uma captura de pulsos de energia, que é armazenada no reservatório a alta pressão chamando acumulador hidropneumático (ROSA, 2008).

Figura 3. Conversor de energia das ondas desenvolvido pelo Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS) da COPPE – princípio de funcionamento.



Fonte: Adaptado de ROSA, 2008.

Figura 4. Esquema de funcionamento do dispositivo AWS.



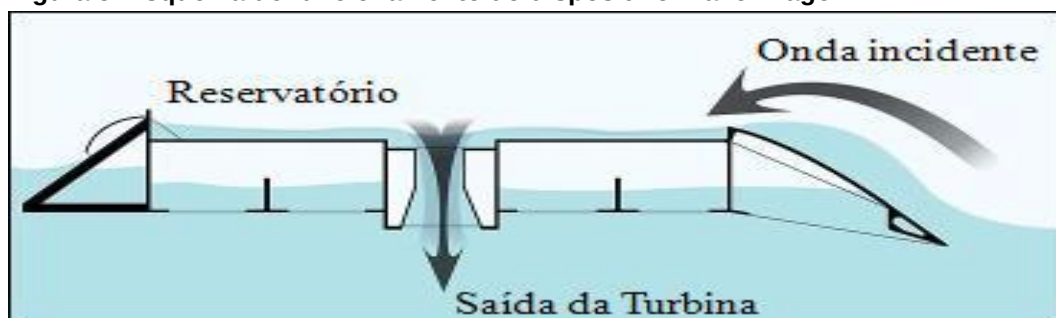
Fonte: Extraído de WAVE ENERGY CENTER, 2004.

Como exemplo mais conhecido de modelo submerso é o *Archimedes Wave Swing* (AWS) (Figura 4), trata-se de um dispositivo cilíndrico de absorção pontual de forma submersa, no qual no interior do mesmo o ar pressurizado equilibra com o flutuador, durante a passagem de ondas ocorre variação na pressão que provoca oscilação no flutuador, na ausência de ondas a pressão do ar interior produz força

sobre o flutuador equilibrando seu peso, a energia mecânica produzida é convertida em energia elétrica (PEREIRA, 2010).

O galgamento consiste em uma estrutura parcialmente submersa, ocorre a captura da água por uma rampa que leva um reservatório localizado acima do nível do mar, quando água deixa tal reservatório passando por uma turbina hidráulica de modelo convencional acoplada a um gerador elétrico ocorre à conversão da energia (FALCÃO, 2009). O modelo mais citado de galgamento é o *Wave Dragon* (Figura 5) que consiste em dois refletores que canalizam a água até um reservatório de armazenamento, essa água armazenada desce através de turbinas hidráulicas de baixa queda localizadas na região central produzindo então a energia elétrica, em escala real pode atingir uma potência nominal de 7 MW num intervalo de 4-11 MW, variando de acordo com o clima das ondas (CRUZ; SACRAMENTO, 2004).

Figura 5. Esquema de funcionamento do dispositivo Wave Dragon.



Fonte: Adaptado de Wave Dragon (2012)

2.1.2 Impactos Ambientais Associados à Conversão de Energia das Ondas

Como a conversão depende um grande número de aparato tecnológico, os impactos dependem dos meios utilizados, bem como na tecnologia empregada, como se trata de uma energia de alta disponibilidade e que possui diferentes meios de instalação, nesse contexto o uso da energia das ondas pode evitar impactos ambientais que poderiam ser causados em situações diferentes, como a exploração das indústrias costeiras (RICARTE; ESTEFEN, 2003).

De acordo com Soerensen et al. (2003), os impactos em relação aos mamíferos marinhos são referentes à fase inicial da construção dos conversores de energia, como se trata de seres móveis, eles podem retornar ao habitat quando a normalidade estiver reestabelecida.

O mesmo autor ainda cita que na implementação de tubos e cabos submersos, os organismos presentes em até 50 metros de profundidade são

afetados. No entanto, após os sedimentos que foram suspensos com a instalação se assentarem, a recolonização ocorre de forma rápida e completa.

A WaveNet (2003) disserta sobre os impactos visuais de acordo com o dispositivo utilizado, os totalmente submersos possuem impacto zero, os semi-submersos dependem da distância da costa para a necessidade de minimização dos impactos, já os próximos a costa devem ser minimizados através da integração com estruturas de proteção costeira.

Para Ross (1995), o ruído não pode ser negligenciado, pois em uma central piloto de 75 KW localizada próxima da costa, em um dia calmo pode produzir ruído audível a 200m de distância, no que tange as centrais afastadas o impacto é nulo.

Em relação aos animais marinhos, Thorpe (1999) esboça preocupação com impacto em relação ao sistema de navegação e comunicação de algumas espécies, como os cetáceos, mesmo que de forma insignificativa em uma escala de relevância, deve ser levada em consideração. Sobre o mesmo tema, Soerensen et. al. (2003), afirma que estudos não apresentaram alteração em mamíferos marinhos acima de dois quilômetros de distância e acima de 20 metros de fundação do aparato.

Por fim, cabe salientar que mesmo diante dos impactos ambientais inerentes da exploração de energia das ondas, são também importantes os seus benefícios como os ressaltados pela Câmara dos Representantes no Hawaii, que traz como pontos principais: trata-se de recurso renovável e autossustentável; abundante; limpo; bem caracterizado, consistente, de localização flexível, em harmonia com a vida marinha e compartilhado com outras atividades, minimizando custos e dividindo a infraestrutura (HOUSE OF REPRESENTATIVES OF HAWAII, 2001).

3 APLICAÇÃO

Para se estimar o quanto de energia é preciso produzir para alimentar 10 casas durante um mês, pode-se calcular o consumo dos vários utensílios utilizados. Para tanto, utiliza-se a equação:

$$G = \frac{\text{Potência} \times \text{horas} \times \text{Dias}}{1000} = KWh$$

Com o auxílio da equação acima, pode-se calcular o consumo de energia em uma casa. O Quadro 1 apresenta os dados do consumo de energia dos principais utensílios domésticos.

Quadro 1. Consumo de energia em uma casa.

Utensílio Doméstico	Potência (W)	Tempo (horas/dia)	Consumo Parcial (KWh/mês)
Chuveiro elétrico	5.500	0,5	82,5
Geladeira + Freezer	~ 94	24	67,4
TV 29"	85	6	15,3
Lavadora de roupa	~ 600	2	36
Ferro elétrico a vapor	1.000	2,5	75
Ventilador de teto	50	8	12
Lâmpadas de teto (6)	25	8	36
Consumo total			324,2

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Quadro 1 mostra que o consumo de energia de uma casa, considerando os utensílios domésticos analisados, é ao redor de 324,2 KWh por mês. Logo, o consumo total de 10 casas são 3242 KWh durante o mês.

3.1. Análise dos Resultados

A potência gerada pela usina de ondas é calculada através da vazão que é gerada pelo acumulador hidropneumático juntamente com a câmara hiperbárica, sendo assim utiliza-se a fórmula de Bernoulli:

$$v_2(t) = \sqrt{2 \left\{ \left[g(\Delta h'(t) - h_2) + \left(\frac{P_1(t) - P_2}{\rho} \right) \right] \right\}}$$

Pode-se dizer que a velocidade do jato de saída do acumulador hidropneumático é calculada através da amplitude das ondas vezes a pressão gerada pelo conjunto do acumulador e da câmara hiperbárica. Isso resulta um jato que em contato gera um potencial de energia.

Sendo assim, instalando 2 flutuadores de 10 metros cada um em uma distância da costa de 20 Km tem-se uma geração equivalente a 100 KW gerado por dia isso equivale ao mês:

$$G = \frac{100000 \times 24 \times 30}{1000} = 72000KWh$$

Isto significa que além de abastecer as 10 casas essa potência gerada pode abastecer o equivalente de 22 casas, ou seja, mais que o dobro.

Sendo assim, instalando-se somente 1 flutuador isso gera um potencial equivalente a 36 MWh que abastece mais de 10 casas no padrão calculado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do levantamento de dados apresentado nesse trabalho, através da pesquisa em dissertações e teses, nota-se que a energia produzida através das ondas é uma das fontes renováveis de melhor benefício para a atualidade, devido ao baixo impacto ambiental e os recursos econômicos. Porém, ainda será necessário um aumento na informação acerca dessa fonte de energia, já que a energia fóssil ainda é a mais utilizada atualmente.

O projeto apresentado demonstra a economia de energia na instalação de dois flutuadores, com a capacidade de abastecimento para 22 casas e demonstra que a energia de ondas é uma das alternativas que melhor se adapta a necessidade da vida moderna do ser humano.

A tendência do crescimento populacional e do uso de energia faz com que se busquem novas fontes de energia que supram as necessidades e que produzam menos impactos negativos ao meio ambiente e ao homem, mesmo sendo ainda de difícil extração, em relação a aproveitamento e abundancia, ela se torna uma das melhores alternativas de extração.

Portanto, faz-se a necessidade do estudo da aplicação de métodos para a aplicação da conversão de energia, maior divulgação de suas vantagens e aplicabilidade, bem como ampliar o conhecimento em relação a seus benefícios socioeconômicos.

REFERÊNCIAS

ALLÈGRE, C. Ecologia das Cidades Ecologia dos Campos. Lisboa: Instituto Piaget, 1993.

ALVES, J.E.D. Desinvestimento em combustíveis fósseis e o fim dos subsídios. In: ECO Debate-Cidadania & Meio Ambiente. 2015. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2015/06/05/desinvestimento-em-combustiveis-fosseis-e-ofim-dos-subsidios-artigo-de-jose-eustaquiodiniz-alves/>>. Acesso em 24/04/2016.

António Falcão. Wave energy utilization: A review of the technologies. ELSEVIER: Renewable and Sustainable Energy Reviews 2009.

ASSIS, L. E. Avaliação e aproveitamento da energia de ondas oceânicas no litoral do Rio Grande do Sul. 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BICUDO, C. Energias Renováveis. Atelier Nunes e Pã, 2009.

BORTOLETO, E.M. 2001. A Implantação de Grandes Hidrelétricas: Desenvolvimento, Discurso e Impactos. Disponível em: <http://www.maternatura.org.br/hidreletricas/biblioteca_docs/grandes%20hidrelétricas.pdf> Acesso em: 25/04/2016.

BUDAL, K., FALNES, J., IVERSEN, L. C., LILLEBEKEN, P. M., OLTEDAL, G., HALS, T. & ONSHUS, T. (1982), The Norwegian wave-power buoy project, in 'The second International Symposium on Wave Energy Utilization', Norway, pp. 323–344.

CARAPETO, C. Educação Ambiental. Lisboa: Universidade Aberta, 1998.

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Grupo de Trabalho de Energia Solar – GTES. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro, CRESESB, 2004.

COSTA, P.R. Energia Das Ondas Do Mar Para Geração De Eletricidade. 2004. 99f. Tese (Energia Oceânica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, RJ. Disponível em: <http://www.oceanica.ufrj.br/intranet/teses/2004_mestrado_paulo_roberto_da_costa.pdf>. Acesso em 24/04/2016.

CRES. Wave energy Utilization in Europe: Current Status and Perspectives. Centre of Renewable Energy Sources. Grécia. 2002.

CRUZ, J. M. B. P. & SARMENTO, A. J. N. A. Energia das Ondas: Introdução aos Aspectos Tecnológicos, Econômicos e Ambientais, Instituto do Ambiente, 2004.

DEAN, R. G.; DALRYMPLE, R. A. Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists. Singapore: World Scientific, 1991.

DUARTE SANTOS, F. A Energia no Quadro das Insustentabilidades. Revista do Instituto da Defesa Nacional, 2009.

(EIA) Energy Information Administration With Projections to 2030. DOE/EIA, 2003.

GEO - GEOTHERMAL EDUCATION OFFICE. Estados Unidos da América, Califórnia, 2000. Disponível em: <<http://geothermal.marin.org/index.html>> Acesso em: 26/04/2016.

GOMES, M. N. et al. Computational Modeling of a Regular Wave Tank. 2010. Third Southern Conference on Computational Modeling (Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional) Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2010. Disponível em: <www.computer.org/press/outgoing/proceedings/Patrick/mcsul09/data/3976a060.pdf>. Acesso em 24/04/2016.

HAU, E. Wind Turbines. Springer, 2006.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M.; REIS, L. B. dos. Energia e meio ambiente. 4ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

HOUSE OF REPRESENTATIVES OF THE 21ST LEGISLATURE OF THE STATE OF HAWAII, 2001, Feasibility of Developing Wave Power as a Renewable Energy Resource for Hawaii. In: House Resolution number 8 (HR8) Requesting the Department of Business, Economic Development, and Tourism. Honolulu/USA.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Key World Energy Statistics, 2008. Disponível em: <<https://www.iea.org>> Acesso em: 25/04/2016.

LAMBERTS, R. et al. Casa eficiente: consumo e geração de energia. Vol. 2. Florianópolis: UFSC, LabEEE, 2010.

LAW, R. Geothermal Systems in the Chalk of the South East of England: Methods of Predicting Thermal Transport in a Fractured Aquifer. University of Birmingham, 2009.

MARTINS, M de F.; CÂNDIDO, G. A. Índice de desenvolvimento sustentável para municípios (IDSM): metodologia para cálculo e análise do IDSM e a classificação

dos níveis de sustentabilidade para espaços geográficos. SEBRAE, João Pessoa, 2008.

MCCORMICK, M.E. Ocean Wave Energy Conversion, John Wiley & Sons, 1981.

NEUMANN, F. & CROM, I. L. Pico OWC - The frog prince of wave energy? Recent autonomous operational experience and plans for an open real-sea test centre in semi-controlled environment, in 'Proceedings of the 9th European Wave and Tidal Energy Conference Series', Southampton, United Kingdom, 2011.

MILLER, G. T. Environmental Science. United States of America: Thomson Learning Inc, 2006.

PAVINATTO, E. F. Ferramenta para auxílio à análise de viabilidade técnica da conexão de parques eólicos à rede elétrica. Dissertação (mestrado em Engenharia Elétrica) COPPE-UFRJ, 2005.

PICO. Disponível em: <<http://www.pico-owc.net/>>. Acesso em: 25/04/2016.

RICARTE, E. & ESTEFEN, S. Avaliação Econômica e Ambiental de Usinas para Extração de Energia das Ondas do Mar. In: 4º Seminário de Meio Ambiente Marinho da Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA). 19 a 21 de Novembro, Rio de Janeiro/RJ, Brasil, 2003.

RODRIGUES, M. Energias Renováveis. In Enciclopédia Activa e Multimédia de consulta. Lisboa: Lexicultura, p. 172-184, 2004.

ROSA, P. B. G. Controle e otimização de um sistema de conversão de energia das ondas do mar em energia elétrica. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Engenharia Elétrica) - COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ROSS, D. Power from the Waves, Oxford University Press, 1995.

SALTER, S. H. Wave Power, reimpresso na Nature, Vol. 5459, 1974

PEREIRA, S. R. V. V. S. Caracterização do sector dos recursos energéticos marinhos para Portugal continental. Master's thesis, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2010.

SANTOS, J. Gestão Ambiental. Lisboa: LIDEL, 2005.

SARMENTO, A. J. N. A & CRUZ, J. M. B. P. Wave Energy Absorption by a Submerged Sphere of Variable Radius in Sway Surge and Heave, 5th European Wave Energy Conference, Cork, Irlanda, 2003.

SCHMIDT, L. Portugal Ambiental – Casos e Causas. Oeiras: Celta Editora, 1999.

SOERENSEN, H. C; HANSEN, L. K. & HANSEN, R. European Thematic Network on Energy. In: Final Report NNE5-1999-00438, EMU, January, Denmark, 2003. Disponível em: <<http://www.engineering.lancs.ac.uk/REGROUPS/LUREG/REPORTS/ThematicNetwork.pdf>>. Acesso em 25/04/2016.

THORPE, T. Economic Analysis of Wave Power Devices, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 6, Issue 5, October 2002, p.p. 405-431, 1999. <<http://www.wave-energy.net/Library/Economic%20Analysis%20of%20Wave%20Power.pdf>>. Acesso em 26/04/2016.

WAVENET. Results from the work of the European Thematic Network on Wave Energy. European Community, 2003.