

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM PROCESSAMENTO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

PAULO ROBERTO CAMPOS ALCOVER

**A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA DOS OCEANOS APLICADA A
PROCESSOS EM PLATAFORMAS "OFFSHORE"**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
DE ESPECIALIZAÇÃO**

PONTA GROSSA

2017

PAULO ROBERTO CAMPOS ALCOVER

**A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA DOS OCEANOS APLICADA A
PROCESSOS EM PLATAFORMAS "OFFSHORE"**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Processamento de Energias Renováveis, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda
Cristina Corrêa

PONTA GROSSA

2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Campus Ponta Grossa



Especialização em Processamento de Energias Renováveis

TERMO DE APROVAÇÃO

A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA DOS OCEANOS APLICADA A PROCESSOS EM PLATAFORMAS "OFFSHORE"

por

Paulo Roberto Campos Alcover

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 20 de março de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de **Especialista em Processamento de Energias Renováveis**. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Fernanda Cristina Corrêa
Orientadora

Prof. Dr. Max Mauro dos Dias Santos
Membro Titular

Prof. Dr. Sérgio Okida
Membro Titular

Profa. Dra. Fernanda Cristina Corrêa
Coordenadora do Curso

- A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE ARQUIVADA NA SECRETARIA DO CURSO -

RESUMO

ALCOVER, Paulo Roberto Campos. **A utilização de energia dos oceanos aplicada a processos em plataformas “offshore”**. 2017. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (Processamento de Energias Renováveis) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

As fontes renováveis de geração de energia crescem exponencialmente na atualidade devido principalmente à concepção finita que é agregada ao petróleo, às legislações ambientais que também crescem de maneira significativa, assim como à conscientização político-social que vem sendo obtida, principalmente nos países desenvolvidos. Devido à crescente demanda da matriz energética mundial, e sob o prisma dos aspectos colocados, as tecnologias e métodos de geração de energia proveniente de fontes renováveis avançam rapidamente, de modo, que a geração eólica é a forma que cresce mais rapidamente, seguida pela solar fotovoltaica. Estas já representam significativa parcela na matriz energética brasileira, devido, principalmente ao grande potencial energético, tanto solar, quanto eólico que é disposto. Verifica-se ainda formas alternativas de geração de energia, sendo uma delas, a energia proveniente dos oceanos, que embora, ainda em desenvolvimento, já apresenta níveis de geração em alguns países, entretanto a sua eficiência ainda é limitada. Mesmo com a crescente demanda das fontes renováveis, o aumento dos parques de extração de petróleo ainda ocorre, sendo esta a principal fonte energética do planeta, havendo a emissão de gases poluentes, entre outros, porém no próprio processo de extração, há a liberação em grande escala de gases tóxicos, proveniente dos processos e sistemas de extração e bombeamento deste, assim como de pressurização de gás natural, de modo, que a co-geração é uma boa opção. Desta forma, este trabalho tem por finalidade apontar uma maneira alternativa, aliada à uma fonte renovável ao processo de cogeração em plataformas de extração de petróleo offshore.

Palavras-chave: Energias renováveis. Fontes alternativas. Plataformas offshore. Co-geração.

ABSTRACT

ALCOVER, Paulo Roberto Campos. **The use of ocean energy applied to processes on “offshore” platforms.** 2017. 21 p. 2017. Work of Conclusion Course of Specialization (Renewable Energy Processing) - Federal University of Technology - Paraná, Ponta Grossa, 2017.

Renewable sources of energy generation grow exponentially in that they are thin, coupled with oil, significantly growing environmental legislation, as well as political awareness, which is being produced, especially in developed countries. Reduce the pressure of the global matrix, and under the prism of the specifications, as technologies and methods of generation of proven energy from renewable sources are advancing rapidly, so that a wind generation is a form that is produced faster, followed by solar energy photovoltaic. You can make a great energy contribution, because it is a great energetic potential, both solar and wind energy that is willing. For the energy of the energy of their energy, being their ships of the ocean of the ocean state, its desert in the ocean, which is one of the sea and the sea. Even with a growing demand for renewable sources, the increase in income extraction parks still occurs, being this one main source of energy of the planet, having a emission of polluting gases, among others, but in the extraction process, The large scale of toxic gases, proven processes and extraction and pumping systems, as well as the pressurizing of natural gas, so that cogeneration is a good option. In this way, this work aims at an alternative, allied to a renewable source of cogeneration in platforms of offshore oil extraction.

Keywords: Renewable energies. Alternative sources. Offshore platforms. Cogeneration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Plataforma Offshore	9
Figura 2 - Áreas de concessões exploratórias da PETROBRAS	10
Figura 3 - Esquema de mecanismo “gás-lift” instalado em uma Plataforma Offshore	11
Figura 4 - Configuração típica de uma bomba multifásica de duplo parafuso	12
Figura 5 - Efeito Coriolis	13
Figura 6 - Circulação de Massas de Ar	13
Figura 7 - Movimentação das Ondas sob Influência do Sol ou da Lua	14
Figura 8 - Dispositivo de Conversão de Ondas Progressivo	15
Figura 9 - Conceito de coluna de água oscilante - Limpet - Projeto Escócia	15
Figura 10 - Esquema de funcionamento do AWS	16
Figura 11 - Sistema Wave Dragon	16
Figura 12 - Usina de Pecém - Ceará - Brasil.....	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 PLATAFORMAS OFFSHORE	9
3 ELEVAÇÃO ARTIFICIAL	11
4 BOMBEAMENTO SUBMARINO MULTIFÁSICO	12
5 ENERGIA DOS OCEANOS.....	13
6 PROJETO E CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO NAS PLATAFORMAS OFFSHORE	18
7 CONCLUSÕES	19
REFERÊNCIAS.....	20

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, o crescente aumento do consumo de energia em todo o mundo, deu origem à busca incessante de novas técnicas de geração de energia, principalmente proveniente de energias renováveis, cresce exponencialmente com o intuito de alavancar o crescimento da capacidade produtiva através de usinas que visam obedecer decisões que dizem respeito aos aspectos voltados ao ambiente e à economia (ALVES, 2015). A busca por alternativas energéticas que causem menos impactos ao meio-ambiente passou a fazer parte do planejamento estratégico das nações (ESTEFEN et al, 2006). Neste mesmo período a preocupação quanto às fontes renováveis de geração de energia, e a visão sob o prisma finito das fontes provenientes de combustíveis fósseis, assim como o acentuado rigor da legislação ambiental, com respeito à emissão de poluentes, levou a abordagem das formas de geração de energia do âmbito puramente econômico, como por exemplo, nas décadas de 70 e 80, para o âmbito social, por meio da criação de protocolos e convenções cada vez mais frequentes por parte dos líderes de estado (COSTA, 2004).

Há discursos quanto à sustentabilidade de modo que o crescimento do âmbito social e a redução da parcela econômica em respeito às políticas de geração de energia, entretanto essa mentalidade é ainda limitada aos países desenvolvidos, que por meio da conscientização social, já adotam medidas drásticas quanto ao desenvolvimento sustentável da matriz energética, por meio de fontes de energia eólica, fotovoltaica, biomassa, energia provinda dos oceanos, e até mesmo a geotérmica (SILVA, 2012). Entretanto, a política econômica ainda governa de modo soberano o mundo capitalista, de modo que verifica-se principalmente nos países emergentes, a geração em larga escala provinda de combustíveis fósseis, como nos casos da China e Índia, salientando ainda que o petróleo é a principal fonte energética empregada aos meios de transporte atuais, em todo o planeta, sendo este explorado nas mais diversificadas formas e locais que até então eram de acesso praticamente inviável (OLIVEIRA, 2013).

O desenvolvimento de tecnologias para a exploração de petróleo vem crescendo de modo categórico à décadas, de modo, que atualmente emprega-se em larga escala as plataformas offshore nos mais longínquos e isolados ambientes marinhos (OLIVEIRA, 2013).

Diversos métodos de elevação artificial são atualmente empregados em poços de petróleo, uma mistura multifásica, sendo o mais comumente usado o “*gas-lift*”, técnica que consiste na injeção de gás nos dutos de produção para a redução do peso específico e aumento de produção (LEAL, 2006 apud TAKAYAMA, 2008).

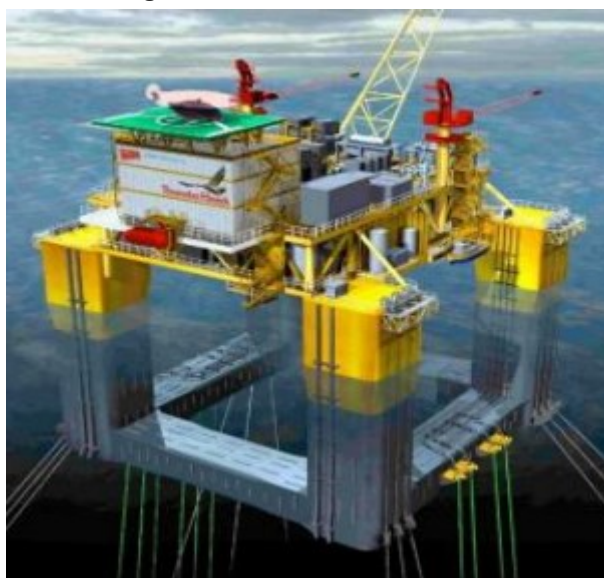
Entretanto este método para a extração requisita a utilização de um motor, normalmente à combustão para gerar energia mecânica ao sistema, causando assim a emissão de poluentes na extração do maior poluente do planeta. Sendo assim, este trabalho têm o intuito de propor um método alternativo e renovável para o fornecimento de energia mecânica ao sistema de extração e bombeamento de petróleo em plataformas offshore.

2 PLATAFORMAS OFFSHORE

A partir das descobertas ocorridas no Brasil, Mar do Norte, Golfo do México e Costa Oeste da África, a exploração de hidrocarbonetos em águas profundas e ultra profundas tem sido um desafio para as companhias de petróleo, face os requisitos técnicos, econômicos e de segurança ambiental, patrimonial e humana (TAKAYAMA, 2008).

Com o crescimento da produção de campos de exploração de petróleo e gás natural em ambientes marítimos, fez-se necessário o desenvolvimento de complexas estruturas, denominadas plataformas offshore para permitir a retirada dos hidrocarbonetos dos reservatórios e o posterior bombeamento às unidades industriais em solo (LEFFLER et al, 2003). Estes componentes detêm de uma significativa parcela de consumo energético provindo de outros meios, principalmente o térmico, procedente da plataforma de produção, também conhecida como unidade estacionária de produção, para o ideal funcionamento, sendo geralmente dotados de sistemas de resfriamento, bombeamento em larga escala, sucção, sistemas de operação, monitoramento e controle (OLIVEIRA, 2013). A Figura 1 ilustra uma plataforma de extração de petróleo.

Figura 1 - Plataforma Offshore



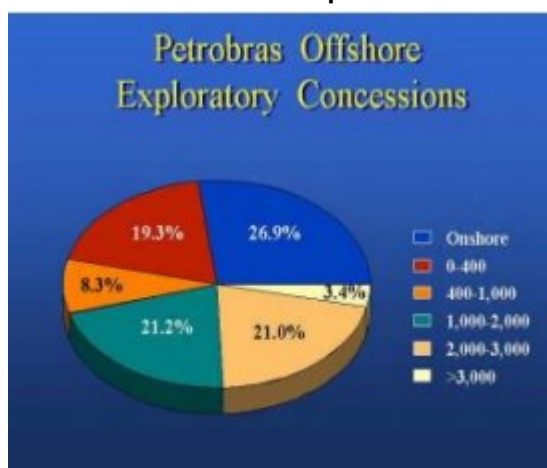
Segundo Oliveira (2013), a plataforma demonstrada inicialmente por Faltinsen (1998), possui à bacia de Campos, em área distante 120 km da costa e

com profundidade de 1670 metros, seu sistema de produção conta com 21 poços, dos quais 10 são produtores de petróleo e 11 injetores de água, com produção estimada em 100 mil barris/dia. A capacidade de geração instalada é de 100 MW, e o sistema de compressão de gás natural é dimensionado para processar 6 milhões de metros cúbicos de gás/dia, e o peso total da estrutura é de 58.658 toneladas.

Atualmente a PETROBRAS tem concessão para produzir e desenvolver aproximadamente 285 campos de petróleo no Brasil, conforme Figura 2, com reservas do tipo total de 17,3 bilhões de barris de óleo equivalente, das quais cerca de 9,5 bilhões são do tipo reservas provadas, de acordo com as Normas da Sociedade dos Engenheiros de Petróleo (SPE). Cerca de 73% das reservas provadas e 75% das reservas do tipo total estão localizadas em águas profundas e ultra profundas, sendo que, somente 15% desses 75% podem ser classificadas como campos desenvolvidos.

Verifica-se assim o potencial de crescimento da utilização deste tipo de equipamento, gerando assim a alta demanda energética, de modo que a geração sendo provinda de combustíveis fósseis libera à atmosfera altas cargas de poluentes, é possível constatar ainda que grande parcela da demanda energética destes equipamentos é empregada na extração e bombeamento de petróleo, assim como na compressão de gás natural.

Figura 2 - Áreas de concessões exploratórias da PETROBRAS



3 ELEVAÇÃO ARTIFICIAL

Na atualidade existem diversificados métodos de elevação artificial empregados em poços de petróleo, gerando uma mistura multifásica, sendo o mais comumente usado o “*gas-lift*”, técnica que consiste na injeção de gás nos dutos de produção para a redução do peso específico e aumento de produção. Este gás pode ser oriundo do próprio fluido produzido, ou ar, nitrogênio dentre outros. Dentre outros métodos temos também o SMBS, ou, sistema multifásico de bombeamento submarino, conforme estudado detalhadamente por Nakashima, (2005).

Figura 3 - Esquema de mecanismo “*gás-lift*” instalado em uma Plataforma Offshore

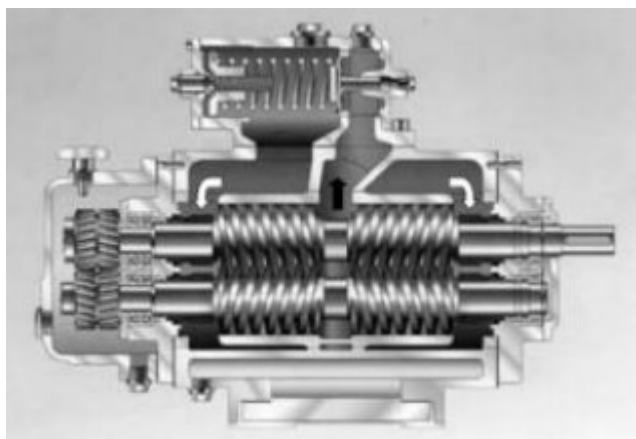


Segundo Takayama (2008), nas plataformas offshore ocorrem diversos processos para o processamento do petróleo proveniente dos poços, o petróleo é separado em água, óleo e gás, a água geralmente é jogada fora de volta ao mar, o óleo é bombeado e o gás é comprimido e mandado para as refinarias. Este mesmo gás serve normalmente para a geração de energia elétrica, potência mecânica e produção de água quente em turbinas a gás, motores e caldeiras. A energia e potência geradas são utilizadas em equipamentos como bombas e compressores utilizados no próprio processamento do petróleo, e a água quente é empregada no aquecimento do petróleo antes de seu processamento.

4 BOMBEAMENTO SUBMARINO MULTIFÁSICO

As primeiras tentativas de se utilizar as bombas multifásicas em conjunto com mecanismos de *gas-lift* remetem aos primeiros anos da década de 70 quando a indústria de petróleo começou a concentrar pesquisas no desenvolvimento de uma máquina de fluxo capaz de adicionar, diretamente, energia para o fluido multifásico proveniente de poços de petróleo (LEAL, 2006) Parte da energia disponível numa plataforma na planta de processamento de petróleo é consumida nos processos internos a ela e este fator é determinante no desempenho energético da mesma, nota-se que em geral a bomba multifásica apresenta um alto custo de implantação inicial e uma baixa eficiência. A bomba multifásica foi modelada por Nakashima, (2005) de maneira geral por um conjunto de separadores, compressores e bombas, simulando assim os estágios da mesma. O propósito de um sistema de bombeamento multifásico submarino é prover uma solução robusta para a elevação e escoamento do fluido multifásico, óleo, gás livre, água e eventualmente, sólidos em suspensão. Na Figura 4, verifica-se uma bomba multifásica.

Figura 4 - Configuração típica de uma bomba multifásica de duplo parafuso



A robustez destes sistemas refere-se à ampla faixa de cobertura das bombas multifásicas, quanto às frações de gás contidas no fluido, dispensando a utilização de sistemas de separação submarinos e permitindo a exportação de todo o fluido por uma linha única.

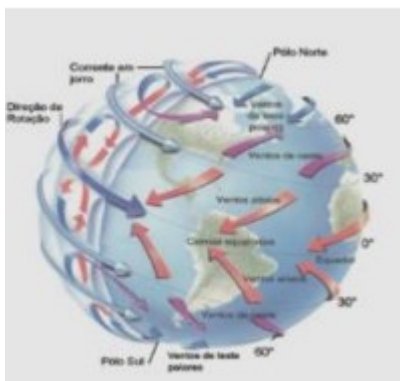
5 ENERGIA DOS OCEANOS

Uma usina maremotriz além de causar um impacto ambiental reversível, traz um diferencial que está envolvido com a forma em que a energia é obtida, vinda das marés, correntes marinhas e ondas. A energia das marés está relacionada com dois movimentos terrestres, segundo trabalho dirigido por Sesmil (2013), um que está estabelecido em águas profundas e outro em superficiais. O resultado do aquecimento da energia do sol atinge de forma diferente as variadas latitudes podendo ser explicado pelo efeito Coriolis e a circulação de massas de ar, fruto do movimento de rotação da Terra e aquecimento na linha do equador, figura 5 e 6, respectivamente.

Figura 5 - Efeito Coriolís



Figura 6 - Circulação de Massas de Ar

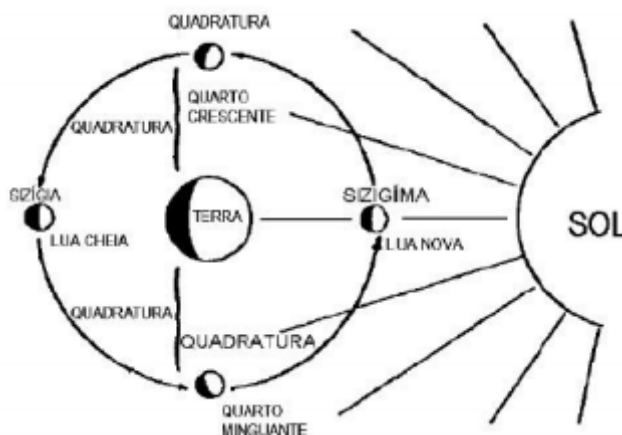


É possível extrair a energia das ondas, a força cinética das ondas move as turbinas submersas como o vento, em dispositivos eólicos. Esta analogia pode ser considerada, pois em ambos os casos a energia é extraída de fluidos, entretanto sob

estado diferenciados, sendo no caso da energia eólica, o gasoso e no caso da energia das ondas, o líquido.

Em relação às tecnologias, existem diversificadas tecnologias em desenvolvimento para a extração de energia das marés, como as turbinas, mesmo a energia maremotriz ainda é intermitente. Devido aos conhecimentos adquiridos na astronomia, Leite Neto, et al (2011), posiciona como principal característica destes sistemas relacionada aos fenômenos gravitacionais da lua e do sol exercidas sobre a terra, ou seja, quando a lua e sol estão alinhados em determinado grau, um astro auxilia o outro na movimentação das marés, mais precisamente quando é lua nova ou cheia, é quando a amplitude das ondas são maiores, sizígia, e nos outros quadrantes, quando a lua forma 45 graus com o sol, a lua com sua força gravitacional exerce uma maior influência com a movimentação das ondas. Na quadratura as correntes são menos intensas (Figura 7). Estes fenômenos também são auxiliados pelas irregularidades geomorfológicas e dos ventos que ajudam com as marés equinociais elevando as ondas de forma a ficarem maiores que as sizíguas.

Figura 7 - Movimentação das Ondas sob Influência do Sol ou da Lua



Conforme citado por Oliveira et al (2015) em relação aos projetos, existem diversos ao redor do planeta em andamento, como o projeto Pelamis (Figura 8) desenvolvido pela *Ocean Power Delivery Ltd*, situada na Escócia, que estão dispostos na orientação das ondas, convertendo a energia de forma progressiva por ação de um elemento flexível que está em contato com as águas e movimentando sistemas hidráulicos, acionando geradores elétricos e assim produzindo eletricidade com potência de 750 kW. O projeto Limpet (Figura 9) também escocês, utiliza o conceito da coluna d'água oscilante, onde estruturas que estão parcialmente

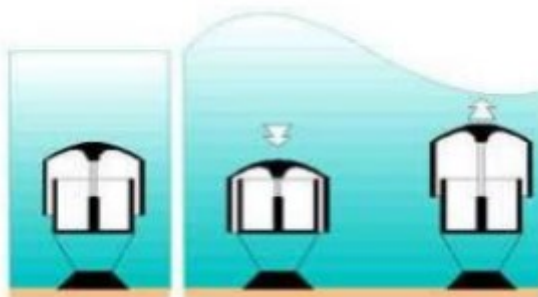
submersas e abertas para o mar, captam a energia proveniente da oscilação das ondas, com potência de 500 kW. Já o projeto AWS, que foi desenvolvido na Holanda, tem seu funcionamento utilizando cilindros de ar que são movimentados verticalmente dependendo da pressão da água na pressão do cilindro, fazendo-o subir ou descer, como no esquema da Figura 10, onde a energia mecânica é convertida para a elétrica com capacidade de 2 MW. O projeto *Wave Dragon*, de Portugal, com capacidade de 20 kW, como na figura 11, que possui dois refletores que concentram a elevação da altura das ondas onde, com o formato que canaliza as ondas que chegam de 1 a 4m, a qual a água canaliza no reservatório e por gravidade movimentando turbinas hidráulicas.

Figura 8 - Dispositivo de Conversão de Ondas Progressivo



Figura 9 - Conceito de coluna de água oscilante - Limpet - Projeto Escócia



Figura 10 - Esquema de funcionamento do AWS**Figura 11 - Sistema Wave Dragon**

Desta forma são desenvolvidos diversificados sistemas independentes para a geração de energia por meio da energia disponível nos oceanos, entretanto estas tecnologias detém ainda, de altos investimentos, o que representa ainda certa inviabilidade, entretanto com o desenvolvimento tecnológico crescendo exponencialmente conforme verificado, assim como as questões sócioeconômicas ligadas à sustentabilidade verde, acredita-se que em alguns anos, estes projetos estarão sendo empregados em locais estratégicos do planeta, que dispõe de grande potencial energético nos oceanos.

No cenário nacional, considerando a costa brasileira com cerca de 8 mil quilômetros, que somente através das marés, detém de um potencial de 114 giga watts, sendo este, semelhante ao potencial atual instalado no Brasil, há o desenvolvimento de um projeto, que foi o instalado no Ceará, na cidade de Pecém, figura 12, e é baseado no princípio de armazenamento de água sob pressão numa câmara hiperbárica obtida pela ação de ondas nos flutuadores que acionam uma turbina acoplada a um gerador e cada unidade de bombeamento, com potência de aproximadamente 50 kW, onde uma válvula reguladora de vazão, conectada a câmara é responsável pela saída de água para o acionamento da turbina e sua

pressão equivale a 400m de altura, o que é similar a queda de grandes usinas hidrelétricas.

Figura 12 - Usina de Pecém - Ceará - Brasil



Com relação às vantagens e desvantagens, como todo o tipo de geração de energia, a maremotriz também apresenta ambas, as vantagens estão atribuídas em não ser poluente, ser uma fonte renovável e simples, não gera custos de desapropriação de áreas, possui fonte de energia abundante, produção pontual e atende localidades distantes das redes de distribuição das concessionárias, pode ser projetado para ser um recife artificial e pode exercer a função de proteger a costa com impactos das ondas. Como desvantagem, salienta-se que o sistema não tem um padrão de fornecimento de ondas contínuo, apresenta baixo rendimento, cerca de 20%, há um impacto ambiental, impossibilita a navegação, fornece energia durante 10 horas por dia e são necessárias amplitudes de marés de no mínimo 5 metros para que este tipo de energia seja rentável atualmente, e ainda são necessários investimentos muito altos para a obtenção de um sistema completo.

Portanto, os sistemas de geração de energia proveniente dos oceanos são numerosos e na atualidade ainda não viáveis, este trabalho traz a colocação de um sistema semelhante ao desenvolvido no Brasil, entretanto com maior facilidade e praticidade e ao invés de gerar energia, este transfere diretamente a energia mecânica ao sistema que necessitaria de energia elétrica.

6 PROJETO E CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO NAS PLATAFORMAS OFFSHORE

O projeto e construção de um sistema semelhante ao desenvolvido no Brasil nas plataformas offshore é de imprescindível viabilidade quando observado do prisma sócio-econômico atual, pois este capta a própria energia das ondas, nos mais longínquos e isolados locais onde se dispõe as plataformas, e transfere diretamente á um pistão, tanto de bombeamento de petróleo para a costa, assim como de elevação artificial do petróleo.

O sistema consiste na utilização de um braço mecânico, ligado a uma superfície oca de volume elevado na extremidade, que fica em contato com a superfície livre do mar, absorvendo assim os movimentos das ondas e transferindo-os a um pistão interno de deslocamento positivo que é o responsável pelo bombeamento, sucção ou elevação artificial do petróleo.

O sistema pode ser ainda empregado em larga escala ao longo de toda a superfície livre da água em torno da plataforma, possibilitando ainda a utilização deste sistema para diversificados processos onde se faz necessária a utilização de energia, que atualmente é gerada por geradores a diesel, consumindo combustível fóssil e liberando gases tóxicos ao meio ambiente em larga escala.

Este sistema, por estar em contato direto com a água salina, deve ser construído em material resistente à corrosão, e pode ser empregado de forma múltipla, devido à área livre ao redor da plataforma, de modo a garantir maior eficiência e rendimento.

7 CONCLUSÕES

Verifica-se que a preocupação com a energia nas plataformas offshore já é significativamente abordada, e com o desenvolvimento de políticas sociais e econômicas que visam a preservação do meio ambiente, a política verde, a geração de energias provenientes de fontes alternativas, esta preocupação tende a aumentar.

No que diz respeito à geração de energia elétrica proveniente dos oceanos, já há um debate em nível mundial, onde se desenvolve constantemente sistemas e tecnologias para viabilizar este modo de geração, que está disponível em uma escala incalculável ao redor do planeta, entretanto a eficiência destes sistemas ainda é falha (BRANCO, 2013).

Conforme trabalho desenvolvido por Oliveira (2013), a preocupação por aplicação de fontes renováveis em plataformas de extração de petróleo se mostra eminente, pois a queima do petróleo ainda é a forma mais utilizada de energia no planeta, e mesmo em caráter finito, sendo este, considerado somente nas últimas décadas, a sua extração aumenta em níveis significativos.

O sistema abordado no presente trabalho, mostra-se como uma alternativa para a captação de energia do mar e a transformação direta ao emprego mecânico, garantindo a economia de energia, que, neste caso, é proveniente da queima de combustíveis fósseis, inibindo assim a emissão de gases poluentes, utilizando uma energia que até o momento nas plataformas era desprezada, ou melhor, causava somente danos ao projeto, de modo a garantir o funcionamento ambientalmente correto.

Pode-se ainda generalizar a utilização deste sistema, não se limitando somente às plataformas de petróleo, se fazendo possível também a instalação em portos, canais e até mesmo em grandes embarcações.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. E. D. Desinvestimento em combustíveis fósseis e o fim dos subsídios. **ECO Debate, Cidadania & Meio Ambiente**, 2015.
- BRANCO, F. J. C. **Sistema de aproveitamento da energia das ondas oceânicas**. Tese (Especialização em Sistemas de Energia e Controlo). 2013. Universidade do Algarve. Portugal, 2013.
- COSTA, P.R. **Energia das ondas do mar para geração de eletricidade**. 2004. 99 f. Tese (Energia Oceânica). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.
- SILVA, M. A. C. **Factores de sustentabilidade em energias renováveis**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. 114 f. Lisboa. 2012.
- GOMES, M. N.; et al. Modelagem computacional de um dispositivo do tipo coluna de água oscilante para a costa de rio grande. **Vetor**, v. 19, n. 2, p. 58-73, 2009.
- GONÇALVES, W. M.; FEIJÓ, F. T.; ABDALLAH, P. R. Energia de ondas: aspectos tecnológicos e econômicos e perspectivas de aproveitamento no Brasil. In: SEMENGO, 3., **Anais...** Natal (RN), 2008.
- LAVADO, A. L. C. **Os actuais desafios da energia: implementação e utilização das energias renováveis**. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente) - Universidade de Lisboa, Lisboa (POR), 2009.
- LEAL, F. I. **Modelagem e simulação de mecanismos artificiais de elevação de plataformas offshore de prospecção de petróleo**. 2006. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- LEITE NETO, P.B; SAAVEDRA, O.R.; CAMLEO, N.J.; RIBEIRO, L.A.S.; FERREIRA, R. N. Exploração de energia maremotriz para geração de eletricidade: aspectos básicos e principais tendências Ingeniare. **Revista Chilena de Ingenieria**, v.19, n.2, p. 219-232, 2011.
- NAKASHIMA, C. Y. **Modelagem e simulação de uma bomba multifásica do tipo duplo parafuso**. 2005. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- OLIVEIRA, A. P.; SIMÃO, L. C.; FREITAS, S. F.; FERNANDES, J. C. L. Modelagem matemática e hidrodinâmica do sistema de acoplamento maremotriz-gerador. **Revista Acadêmica Augusto Guzzo**, n. 16, p. 269-293, 2015.

OLIVEIRA, M.F. Consumo energético mundial: o petróleo no cabaz energético do futuro. **Galp Energia**, 2013.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia para aplicação de fontes renováveis de energia elétrica em plataformas marítimas de produção de petróleo e gás natural**. 2013. 181 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

PATTO, C. O Enrolar das trepadeiras. **Webventure**, 2002.

PIMENTEL, F. **O fim da era do petróleo e a mudança do paradigma energético mundial**: perspectivas e desafios para a atuação diplomática brasileira. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2011.

SILVA, N. F. **Fontes de energia renováveis complementares na expansão do setor elétrico brasileiro**: o caso da energia eólica. 2006. 253 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SESMIL, E. L. F. **Energia maremotriz**: impactos ambientais e viabilidade econômica no Brasil. 2013. 61 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras (MG), 2013.

TAKAYAMA, R. T. Modelagem e simulação de processos em plataformas offshore. **Revista Politécnica USP**, São Paulo, 2008.