

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA PLANTA DE OSMOSE REVERSA COM GERADOR EÓLICO

MARCEU SALES TABOSA^{1*}

¹ Bel. em Ciências Náuticas, CIABA, Belém-PA. Bel. em Engenharia Mecânica, UNIFOR, Fortaleza - CE. Fone: (83) 3246-1258, marceu_tabosa@yahoo.com.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: É sabido que a crise hídrica no Estado do Ceará é algo que já faz parte do cotidiano da população há muitas décadas. Atualmente, em especial, tem sido assunto cada vez mais presente. A precariedade do abastecimento de água tem comprometido o desenvolvimento da região. Isso porque ela é extremamente dependente das águas pluviais e paradoxalmente tem boa parte do seu território localizado no semiárido brasileiro. Dessa forma, não tem atraído o interesse de investidores dos principais setores da indústria, uma vez que é extremamente dependente da água para seus processos. Assim, este estudo vem trazer uma solução, já desenvolvida em muitos países, para a matriz de abastecimento do estado. O projeto consiste em fazer um estudo de viabilidade econômica da aplicação do processo de dessalinização da água do mar através da osmose reversa. Este método, entretanto, apresenta como empecilho o alto consumo de energia elétrica. Dessa maneira, foi implementado ao projeto um gerador eólico na tentativa de reduzir o preço do metro cúbico de água produzida e assim fazer uma análise econômica da planta.

PALAVRAS-CHAVE: crise hídrica, osmose reversa, energia elétrica, gerador eólico.

ECONOMIC FEASIBILITY STUDY OF REVERSE OSMOSIS PLANT WITH WIND GENERATOR

ABSTRACT: It is known that the water crisis in the State of Ceará is something that has been part of the daily population for decades. Currently, in particular, has been a subject increasingly present. The precariousness of the water supply has compromised the development of the region. This is because it is extremely dependent on rainwater and paradoxically good part of its territory located in the Brazilian semi-arid. Therefore, it has not attracted the interest of investors of the major industry sectors, as they are highly dependent on water for their processes. This study brings a solution, already developed in many countries to the state supply matrix. The project consists in making an economic feasibility study, using the desalination of seawater through the reverse osmosis process. This method however has as a hindrance high consumption of electricity. Thus, we implemented the project a wind generator in an attempt to reduce the price of cubic meter produced and so in order to do an economic analysis of the plant.

KEYWORDS: water crisis, reverse osmosis, electricity, wind generator.

INTRODUÇÃO

De acordo com José Campos, em seu trabalho sobre a Vulnerabilidade Hidrológica do Semiárido às Secas, “Uma prospecção na história do Nordeste brasileiro mostra que, mesmo antes da ocupação dos sertões pelos colonizadores, as secas já expulsavam os indígenas da região para o litoral. Pode-se concluir que, em condições naturais, sem obras de infraestrutura hidráulica, o ecossistema pode ser considerado como de alta vulnerabilidade” (Campos, 1997).

Segundo dados da Organização Mundial de Meteorologia (WMO) divulgados em 2014, “em 2013 o Brasil entrou para o cenário internacional como detentor de um dos eventos climáticos

extremos” (WMO, 2014). De acordo com a instituição, “o único evento climático considerado grave no país é a seca” (WMO, 2014). Isso se deu principalmente devido à estiagem enfrentada no Nordeste nos últimos anos. Os prejuízos são calculados em aproximadamente oito bilhões de dólares (UU\$ 8 bilhões). Se for verificado o último Atlas de Desenvolvimento Humano feito pelo Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (Pnud), em 2000 das quatro cidades com menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) três estão na lista de municípios em situação de emergência devido à seca. Em 2010, apesar das melhorias, boa parte das cidades com IDH mais baixos estão no semiárido do país. Em relatório da Confederação Nacional dos Municípios (CNM): “os municípios do Nordeste nos últimos dez anos (2003 a 2013) tiveram homologadas 9.260 portarias pelo Ministério da Integração Nacional de Estado de Calamidade Pública ou Situação de Emergência, sendo que 7.356 são relacionadas à seca.” (CNM, 2013). Desse total, o Estado do Ceará participa com quase 19%. “Além da falta de recursos causada pela queda na arrecadação dos impostos federais, dos municípios que estão com problemas relacionados à seca nada menos que 73,3% têm gastos mensais com compra de água, sendo que 43% despendem até R\$ 50 mil, 25% de R\$ 50 mil a R\$ 100 mil, 10% gastam acima de R\$ 100 mil mensais.” (CNM, 2013).

Outro ponto de merece destaque é que o crescimento populacional vem assumindo níveis que causam preocupação. Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2030 a população brasileira que hoje é de 204 milhões de habitantes assumirá o patamar de 223 milhões. No Ceará a situação é semelhante. Com uma taxa de crescimento próxima à média nacional, os atuais 8,8 milhões de habitantes serão em quinze anos quase 10 milhões.

Neste cenário, o seguinte trabalho vem apresentar uma análise de viabilidade econômica para a implementação de grupos osmose reversa para dessalinização da água. Entretanto, um dos entraves dessa tecnologia é o alto consumo de energia elétrica necessário para vencer os elevados gradientes de pressão. Assim, considerando todas essas informações, foi sugerida a proposta implementar ao projeto um gerador eólico e determinar se haveria uma redução final no preço do metro cúbico de água produzida.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar este estudo foi tomado como modelo um grupo osmose reversa real, do fabricante ENWA Water Treatment® e através de suas características (custo operacional, custo de manutenção, consumo energético, capacidade de produção e etc.) foram analisados os custos para aplicação desse sistema juntamente com geradores eólicos para produção de água na costa cearense.

O gerador eólico escolhido como modelo foi o H12.0-50 kW do fabricante Hummer®. A escolha foi baseada principalmente na potência necessária para alimentar o grupo osmose reversa, onde a maior parte da demanda energética é proveniente das bombas de alimentação e de alta pressão. Além disso, também foi considerada a velocidade média dos ventos na costa cearense de acordo com dados do Centro de Pesquisas em Energia Elétrica (CEPEL).

Inicialmente foram calculados os custos de implantação, manutenção e operação do grupo osmose reversa.

Os custos para implantação de um grupo osmose reversa foram reduzidos a: despesas com instalação e valor do equipamento completo.

Para realizar a instalação seriam necessários os seguintes elementos:

- Tubulações/Mão de obra/Válvulas, parafusos, flanges e juntas de vedação/Equipamentos de soldagem e consumíveis.

As manutenções empregadas, de acordo com as recomendações do fabricante, são em sua grande maioria, do tipo preventiva e que não necessitam de mão de obra com alto grau de especialização. As mais importantes e que comprometem diretamente a capacidade produtiva da planta serão citadas a seguir.

- Substituição de membranas/Troca de filtros de água salgada/Produtos químicos para limpeza de membranas.

Para a operação de uma grande planta seriam necessários técnicos para realizar as manutenções e operar os equipamentos. Como se trata de um projeto piloto de pequeno porte esses custos foram desconsiderados. Dessa maneira, os custos de operação foram referentes somente ao consumo de energia elétrica. Dessa maneira, foi calculado o consumo de energia elétrica de acordo com as tarifas praticadas pela Companhia Energética do Ceará (COELCE) incluindo os impostos

(ICMS, PIS/CONFINS). Conforme determinação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) as bombas e consequentemente a planta de dessalinização foi enquadrada, de acordo com a modalidade tarifária, no grupo A3 (69 kV) por ser a que melhor se enquadra no que é disponibilizado pela COELCE. Para efetuar os cálculos do consumo de energia foi utilizada a tarifação Horazonal Azul e os padrões de tarifação determinados pela ANEEL. Efetuando todos os cálculos foi determinado que o valor total referente ao consumo de energia elétrica foi de R\$ 84119,71 ao ano.

Considerando as especificações do fabricante ENWA®, adotando que a temperatura média da água do mar na costa cearense de 27 °C e a salinidade de 42.000 mg/L foi calculada a capacidade de produção de água (CPA) em 3,46 m³/h ou 29894,40 m³ por ano. Para determinar o custo de produção de cada metro cúbico foi considerado o intervalo de vinte anos que se refere a vida útil (N) estimada do equipamento. Dessa forma, foi introduzido o conceito de custo total de vida útil anualizado (CTA). Este representa o custo anual total de possuir, operar e manter a planta de osmose reversa em um ano. Para obter o valor de CTA faz-se necessário anualizar o custo total (CT). Para isso, basta multiplicar o CT pelo fator de recuperação de capital (FRC). Foi considerado um FRC de 0,117.

Para o gerador eólico, assim como a unidade de osmose reversa, foram considerados os custos para implantação e manutenção durante um período de vinte anos. Após a determinação desses custos, foi realizada uma análise da capacidade de produção do gerador levando em consideração a velocidade média dos ventos da região (litoral cearense). De posse desses dados foi possível calcular de quanto seria a redução dos custos de operação do grupo osmose reversa referente ao consumo de energia elétrica. Assim, como resultado final, se obteve o novo preço do metro cúbico de água produzida.

A aplicação de um gerador eólico irá influenciar na redução do consumo de energia elétrica através da concessionária local, no caso a COELCE. Entretanto, deve ser observado que os custos de implantação e de manutenção do gerador devem ser adicionados. Dessa forma, para se obter o custo total da osmose reversa com gerador eólico deve-se fazer a adição entre os custos totais do gerador com o novo custo total somente relativo a unidade de osmose reversa. Dessa maneira foi criada a tabela 1 com um resumo de todos os custos.

Tabela 1- Resumo de todos os custos da planta de osmose reversa com gerador eólico

RESUMO DE CUSTOS EM R\$ (PERÍODO 20 ANOS)

	OSMOSE REVERSA	GERADOR EÓLICO	OSMOSE REVERSA C/ GERADOR EÓLICO
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	310.500,00	564.776,00	875.276,00
CUSTO DE OPERAÇÃO	1.682.394,20	N/A	447.441,60
CUSTO DE MANUTENÇÃO	208.980,00	124.390,00	333.370,00
CUSTO TOTAL	2.201.874,20	689.166,00	1.656.087,60
FATOR REC. CAPITAL (FRC)	0,117	0,117	0,117
CUSTO TOTAL ANUALIZADO (CTA)	257619,28	80632,42	193762,25
VOLUME ÁGUA PRODUZIDO (CPA)	29.894,40	N/A	29.894,40
PREÇO METRO CÚBICO	8,62	N/A	6,48

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dessa maneira, foi obtido o valor final do metro cúbico de água produzida utilizando uma unidade de osmose reversa sendo alimentada eletricamente com um gerador eólico. Observou-se que os custos para implantar um gerador eólico são elevados. Porém, mesmo diante desse eventual empecilho, foi possível obter um preço final do metro cúbico de água consideravelmente reduzido. O valor que antes era de R\$ 8,62 passou a ser R\$ 6,48 representando uma queda de 25%.

Deve-se compreender que urge a necessidade de investimentos em novos métodos para garantir o abastecimento de água de nossa população. Não se trata somente de atender as residências, mas também os grandes consumidores como siderúrgicas, fábricas e refinarias. A água é um bem essencial e muitas vezes matéria prima para a indústria. Possuir esse bem de maneira perene é condição fundamental para atrair investidores, novas tecnologias e garantir competitividade para o

mercado local. Isso irá desenvolver a região e trazer benefícios que vão muito além do que simplesmente garantir à população um bem básico que é a água.

CONCLUSÃO

Dessa maneira, foi possível concluir que a aplicação do processo de produção de água, através do método estudado, pode ser uma opção para acrescentar ao sistema regional uma alternativa para reduzir os impactos negativos e, cada vez mais frequentes, na vida da população cearense. Além disso, a região é extremamente propícia a aplicação do projeto proposto devido suas características ambientais. Foi possível analisar que ao final o custo do metro cúbico atingiu um valor aceitável e economicamente viável. Não fosse isso suficiente, vale salientar que para o projeto foi considerada uma planta piloto com baixo rendimento se comparada a uma planta de grande porte. Isso porque a unidade de osmose reversa não possui sistema de recuperação de energia e o potencial eólico da região, uma das maiores do país, permite a aplicação de geradores de porte maior e consequentemente melhor relação custo-benefício. Através do estudo que foi sugerido neste trabalho foi constatado que a um custo de R\$ 6,48 por metro cúbico, é possível produzir cerca de 83 m³ por dia (29.894,40 m³ por ano) o que seria suficiente para prover o abastecimento de 754 pessoas, segundo recomendações da Organização das Nações Unidas (ONU), ou mais de 188 famílias.

REFERÊNCIAS

- Campos, José Nilson Bezerra. Vulnerabilidades Hidrológicas do Semiárido às Secas. Site disponível: <http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/viewFile/120/121>. Acesso: maio de 2015.
- CNM. Análise sobre a seca no Nordeste. Site disponível: www.nordeste.cnm.org.br. Acesso: novembro de 2014.
- COELCE. Tabela tarifária. Site disponível <<https://www.coelce.com.br/paraseusnegocios/altatensao/tarifas.aspx?>>. Acesso: fevereiro de 2015.
- CRESESB/CEPEL. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Site disponível: <http://www.cresesb.cepel.br/>. Acesso: fevereiro de 2015.
- Cury, Marcus Vinicius Quintella. Matemática Financeira. Rio de Janeiro. FGV Management, Cursos de educação continuada. 1ª edição.
- Enwa Water Treatment®. Instruction Manual RO. Fornecido por SevanDrilling/Seadrill Serviços de Petróleo Ltda. China, 2009.
- Enwa Water Treatment®. Maintenance and Spare parts Manual RO. Fornecido por SevanDrilling/Seadrill Serviços de Petróleo Ltda. China, 2009.
- Hummer®. User's Manual, Wind Generator and Yaw Shaft. Versão 5.3, 2015
- IBGE. Projeção da população brasileira. Site disponível: <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso: abril de 2015.
- McGeorge, H. David. Marine Auxiliary Machinery. China. Butterworth-Heinemann, 2009, 7ª ed.
- PNUD. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013. Site disponível: <http://www.pnud.org.br/arquivos/idhm-do-brasil.pdf>. Acesso: dezembro de 2014.
- PROCEL. Manual de Tarifação da Energia Elétrica. 1ª edição, 2001.
- World Meteorological Organization (WMO). WMO Statement on the status of the global climate in 2013. Dezembro de 2014.
- ONU. The Human Right to Water and Sanitation. Site disponível: http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief.pdf. Acesso: janeiro de 2015.