

UTILIZAÇÃO DE UM PROBLEMA INVESTIGATIVO PARA DETERMINAR A ALTURA DE LÍQUIDO EM UM TANQUE ESFÉRICO

Fernanda da Silva Moreira¹

Lauren Souza da Silva²

Leandro Blass³

Resumo:

Um problema fundamental entre as indústrias que armazenam líquidos em tanques esféricos é a necessidade da determinação da altura desses líquidos para descobrir o volume do tanque. Até hoje, as determinações são feitas através de um indicador de nível introduzido em um orifício situado na parte superior do tanque, logo após sua retirada, observa-se a marca de água e verifica-se a altura correspondente. O presente trabalho tem como objetivo a utilização de métodos numéricos como uma alternativa a otimização do processo, utilizando o modelo de tanque Moss Rosenberg, para quantificar a altura do líquido após seu bombeamento, a partir de valores de volume e raios pré definidos e o estudo de suas precisões, utilizando um software científico para computação numérica - Scilab.

Palavras-chave: Métodos numéricos, Aplicação, Engenharia.

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

UTILIZAÇÃO DE UM PROBLEMA INVESTIGATIVO PARA DETERMINAR A ALTURA DE LÍQUIDO EM UM TANQUE ESFÉRICO

¹ Aluno de graduação. fernandameq@outlook.com. Autor principal

² Aluno de graduação. laurenshiva@gmail.com. Co-autor

³ Docente. leandroblass@unipampa.edu.br. Orientador



UTILIZAÇÃO DE UM PROBLEMA INVESTIGATIVO PARA DETERMINAR A ALTURA DE LÍQUIDO EM UM TANQUE ESFÉRICO

1. INTRODUÇÃO

Segundo (PETROBRAS, 2014), a tecnologia de armazenagem de gás natural liquefeito (GNL) foi adaptada pela indústria americana inicialmente para armazenar quantidades substanciais do produto em espaço pequeno. Há dois tipos básicos de transportadores de GNL, o que armazena o gás em esferas do tipo Moss Rosenberg, e os que têm tanques nas posições convencionais de petroleiros (Technigaz). A capacidade usual por navio é de 125 a 135 mil m³, que correspondem a 55 a 60 mil toneladas de GNL.

Tabela 1: Dimensões de um tanque esférico utilizado no transporte de GNL descritas por (AZEVEDO, 2011).

Carga por tanque	33750,0 m ³
Volume de líquido	34439,0 m ³
Diâmetro do tanque	40,5 m

Um problema fundamental para empresas que armazenam líquidos em tanques esféricos é a necessidade de métodos manuais para a determinação da altura do líquido no seu interior. Em um orifício na parte superior da calota, uma fita medidora é usada averiguar a altura do líquido.

O método numérico consiste em a partir de um problema real e o levantamento de dados, a possibilidade de construção de um modelo matemático com implementação computacional para a análise dos resultados obtidos (RUGGIERO; LOPES 1988).

Um problema fundamental entre as indústrias que armazenam líquidos em tanques esféricos é a necessidade da determinação da altura desses líquidos no tanque para descobrir o seu volume correspondente. Até hoje, as determinações são feitas através de um indicador de nível introduzido em um orifício situado na parte superior do tanque, logo após sua retirada, observa-se a marca do fluido e verifica-se a altura correspondente.

O presente trabalho tem como objetivo a utilização de um método numérico para quantificar a altura do líquido no modelo de tanque esférico Moss Rosenberg, a partir de valores de volume e raios pré-definidos e o estudo de suas precisões, utilizando um software científico para computação numérica – Scilab. A Figura 1 representa um navio gaseiro.



Figura 1 – Exemplo de um modelo de Navio Gaseiro (Fonte: Petróleo e Construção Naval, 2015)

Com base no que foi exposto, esse trabalho aponta a precisão dos resultados ao aplicar um método numérico a partir de um volume de líquido pré-definido em um tanque esférico para transporte de líquidos, mostrando sua eficiência ao solucionar de forma rápida e econômica os problemas do cotidiano das empresas do ramo.

Em geral, espera-se que neste tipo de trabalho que o discente desenvolva competências baseadas nos conteúdos ou conceitos de determinadas disciplinas, como no caso de Cálculo, quais não sejam contempladas de forma isolada, mas sim, que propiciem uma aprendizagem dinâmica e construtiva (FILHO; RIBEIRO, 2009).

2. METODOLOGIA

Para averiguar a eficiência do método numérico, foi pré-definida a altura do líquido para se obter o volume como condição inicial. O transporte desse gás é feito através de navios, em tanques que tem forma de uma calota esférica como representada na Figura 2.

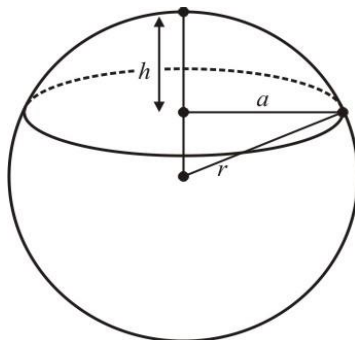


Figura 2 – Calota esférica (KILHIAN, 2010)

Será usado dos conceitos da esfera para determinar a equação do modelo. A equação do volume de uma calota esférica em função da altura do líquido interno é dado por:

$$v(h) = \frac{\pi h^2 (3r - h)}{3} \quad (1)$$

onde esse volume (v) é dado em função da altura (h) e raio (r).

O método numérico utilizado para solucionar o problema foi o de Newton-Raphson, que consiste primeiramente em encontrar uma melhor aproximação para as raízes de uma função. Em seguida, foi executado um algoritmo para realizar iterações a fim de encontrar a solução para a variável do problema. Os registros feitos foram analisados através de um código desenvolvido e compilado no software Scilab.

3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Primeiramente para verificar a precisão do método numérico, determinou-se o volume do tanque, a partir da equação de volume de uma calota esférica, sendo $v(h) = 5314,52\text{m}^3$ para a altura de líquido de 10 metros. Definiu-se a equação do tanque para as dadas suposições iniciais demonstradas a seguir.

$$0 = \frac{\pi h^2 (3r - h)}{3} - 5314,52 \quad (2)$$

Em um segundo passo foi plotada a Eq. (1) do volume para obter a Figura 3. Ela se demonstra os intervalos de volume e altura, com o objetivo de investigar a altura atingida com o $v(h) = 5314,52\text{m}^3$ de gás liquefeito.

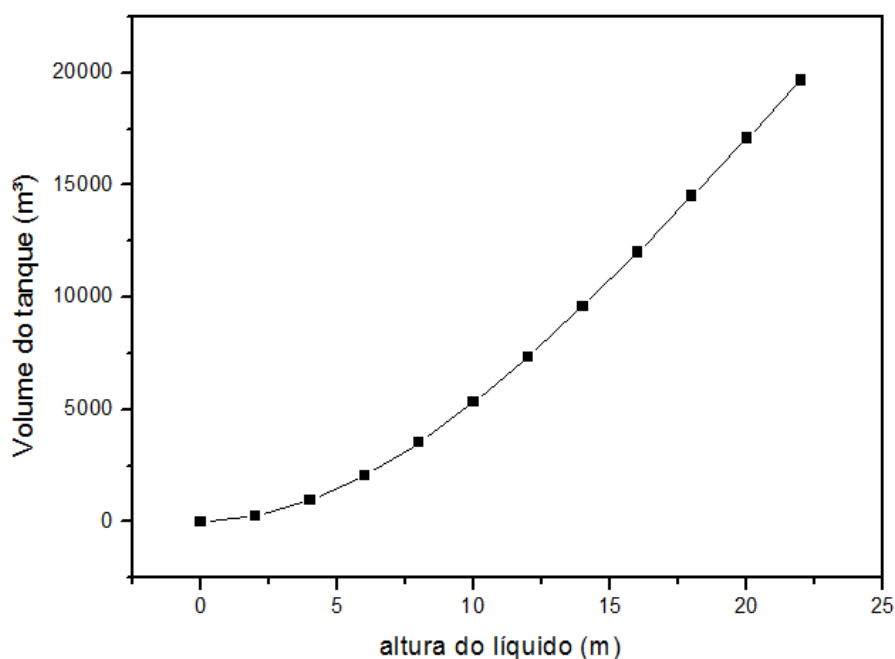


Figura 3 - Gráfico do volume tanque em função da altura (Autores, 2017).

A partir dessa análise estimou-se um intervalo inicial de altura do nível de líquido $[9; 10,7]$ e realizou-se então o teste de convergência. Utilizou-se um valor de tolerância de 10^{-3} .

Para o método de Newton, foram necessárias 3 iterações para que o erro fosse menor que 10^{-3} . Sendo então o valor obtido de 10.0008, próxima à altura de líquido determinada anteriormente.

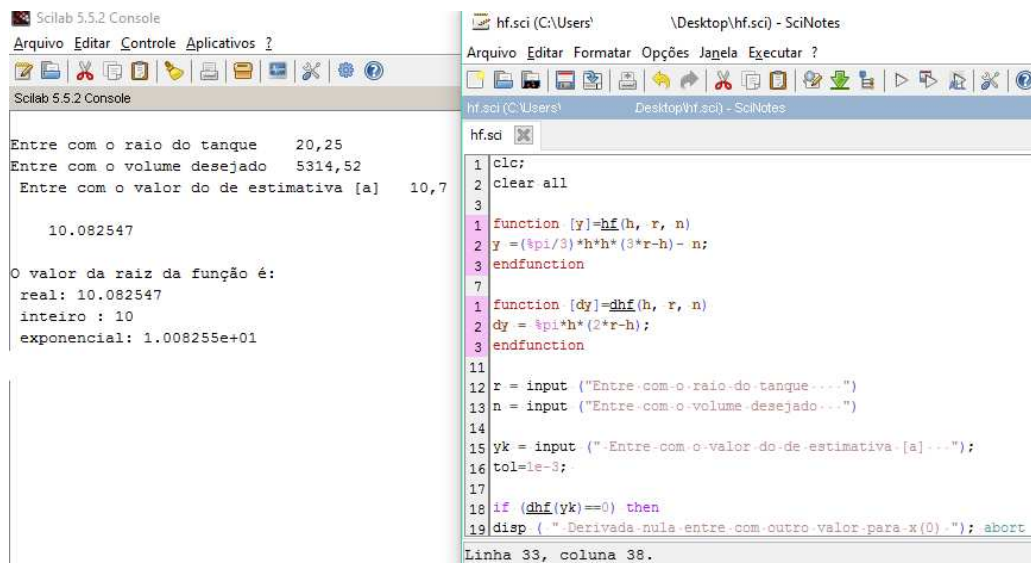


Figura 4 - Algoritmo desenvolvido no Software Scilab. (Autores, 2017)

Utilizando o software Scilab foi possível criar um algoritmo que a partir de variáveis fornecidas como o raio de um tanque esférico e o volume de líquido à ser inserido no tanque, a altura do produto na calota fosse determinada. O algoritmo atendia ao teste de convergência para o valor de estimativa inicial, dando como resultado o valor de altura desejada para o problema.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho proporcionou um estudo de conceitos que foram fundamentais para o seu desenvolvimento e entendimento, nas quais são muito importantes na formação do discente da área de exatas. Além do mais, trouxe uma visão diferente da matemática ensinada das salas de aula, uma vez que foi aplicada em uma situação real. Foi possível ter melhor entendimento em relação ao componente curricular de Cálculo numérico. Este tipo de trabalho deve ser adotado por mais componentes curriculares, pelo fato de fornecer aos discentes a oportunidade de criar uma conexão entre uma componente e outra.

É possível comprovar a eficiência do método numérico nas aplicações em problemas cotidianos de engenharias, como a determinação da altura de um gás liquefeito em um tanque esférico. Facilitando e automatizando, portanto, a execução de técnicas antigas ainda utilizadas na indústria.

O algoritmo criado a partir do software Scilab mostrou-se satisfatório pela abrangência da sua aplicação para todo e qualquer calota esférica a partir de um raio e volume dados. Temos que considerar o envolvimento do grupo no desenvolvimento do trabalho, além de nos desafiar a trabalhar com uma linguagem de programação scilab, foi o bastante para o desenvolvimento de uma visão crítica e uma aprendizagem mais significativa e compartilhada.

5. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, E. Relatório acadêmico sobre Navios Gaseiros. Faculdade de

Engenharia Naval e Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (2011).

FILHO, E.; RIBEIRO, L. R. de C. Aprendendo com PBL - aprendizagem baseada em problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. Revista Minerva, v. 6, p. 23-30, 2009.

RUGGIERO, M. A. G.; LOPES, V. L. R. Cálculo Numérico: aspectos teóricos e computacionais. 2ª ed. Pearson Makron Books, São Paulo, 1996.

Brasil. Petrobras Transporte S.A, Transporte marítimo: Tipos de Navios [internet]. Rio de Janeiro, RJ; 2013 [acesso em 8 nov 2016]. Disponível em: http://www.transpetro.com.br/pt_br/areas-de-negocios/transporte-maritimo/tipos-de-navios.html

Brasil, KILHIAN, K, Volume de uma calota esférica; O Baricentro da mente; 2010. [Acesso em 9 nov 2016]. Disponível em: <http://obaricentrodamente.blogspot.com.br>