

APLICATIVO COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DO FENÔMENO DA CAVITAÇÃO EM BOMBAS HIDRÁULICAS

I.S. BISPO¹; A.P.B.A. MACÊDO²

RESUMO: A ocorrência da cavitação em bombas hidráulicas traz consequências negativas para o sistema de recalque. A automatização da análise da ocorrência deste fenômeno possibilita a realização de simulações para diversas condições de operação, bem como permite agilizar o dimensionamento do sistema de recalque. Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta computacional para análise da ocorrência do fenômeno da cavitação em bombas hidráulicas, a partir do *software Microsoft Office Excel 2010* em linguagem de programação *Visual Basic for Applications – VBA*. O aplicativo, elaborado de modo iterativo, permite que a partir da inserção dos parâmetros de entrada, o usuário visualize, através de relatório, o resultado de sua análise de modo rápido e seguro. Devido as suas características, o aplicativo apresenta-se como um instrumento útil para estudantes e profissionais da área de engenharia.

PALAVRAS-CHAVE: Hidráulica. Ferramenta computacional. NPSH.

COMPUTER APPLICATION FOR ANALYSIS OF CAVITATION PHENOMENON IN HYDRAULIC PUMPS

SUMMARY: The occurrence of cavitation in hydraulic pumps has negative consequences for the pumping system. The automation of analysis of this phenomenon enables performing simulations for various operating conditions and allows to speed up the dimensioning of the pumping system. This study aimed to develop a computational tool to analyze the occurrence of cavitation phenomenon in hydraulic pumps, from Microsoft Office Excel 2010 software in Visual Basic for Applications – VBA programming language. The application, developed iteratively, allows through the insertion of input parameters, the user view through of report, the result of the analysis on a fast and safe way. Due to its characteristics, the application presents itself as a useful tool for students and engineering professionals.

KEYWORDS: Hydraulics. Computational tool. NPSH.

1 Graduando em Engenharia Civil, Faculdade Pio X, Campus III, Av. Tancredo Neves, n. 5655, CEP 49095-500 Aracaju, SE. E-mail: isaiassbispo@gmail.com.

2 Prof. Mestre, Faculdade Pio X, Aracaju, SE.

INTRODUÇÃO

A ocorrência da cavitação em bombas hidráulicas traz consequências negativas para o sistema de recalque, tais como desacoplamento e fadiga das tubulações, trepidação, erosão das partes metálicas da bomba e alteração de suas curvas características, as quais passam a exibir uma queda brusca e substancial nos valores da altura manométrica e rendimento.

Assim, no projeto dos sistemas de recalque tem-se o cuidado de conduzir o dimensionamento de tal modo que a futura instalação possa funcionar sem a possibilidade de vir a cavitatar.

Para tanto, os diversos parâmetros que intervêm no fenômeno são estimados e avaliados. A automatização deste processo através de planilhas eletrônicas, com o auxílio de linguagem técnica de programação, possibilita a realização de simulações com diferentes condições de operação, as quais permitem, de modo rápido, a análise conjunta das variáveis intervenientes no processo e dos resultados alcançados.

Zierner (2003) ressalta ainda que este procedimento, possibilitando a elaboração de rotinas para a realização de cálculos repetitivos, contribui para a diminuição da incidência de erros.

O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo computacional, denominado *CavCalc*, o qual possibilita a análise da ocorrência da cavitação em bombas hidráulicas de forma totalmente automatizada.

MATERIAL E MÉTODOS

O aplicativo *CavCalc* foi desenvolvido a partir do *software Microsoft Office Excel 2010*, com linguagem de programação *Microsoft Visual Basic for Application – VBA*, no sistema operacional *Windows 7*. Sua primeira versão está disponível em um único arquivo com extensão *.xlsm*, habilitada para macros, com aproximadamente 8,0 Mb.

A partir da inserção dos parâmetros de entrada, o aplicativo pode realizar, de forma automatizada, a análise do fenômeno da cavitação em bombas hidráulicas de dois modos: através da comparação entre o NPSH disponível e o NPSH requerido ou através do cálculo da máxima altura estática de sucção.

A sequência de operações conduzidas pelo aplicativo é apresentada na Figura 1.

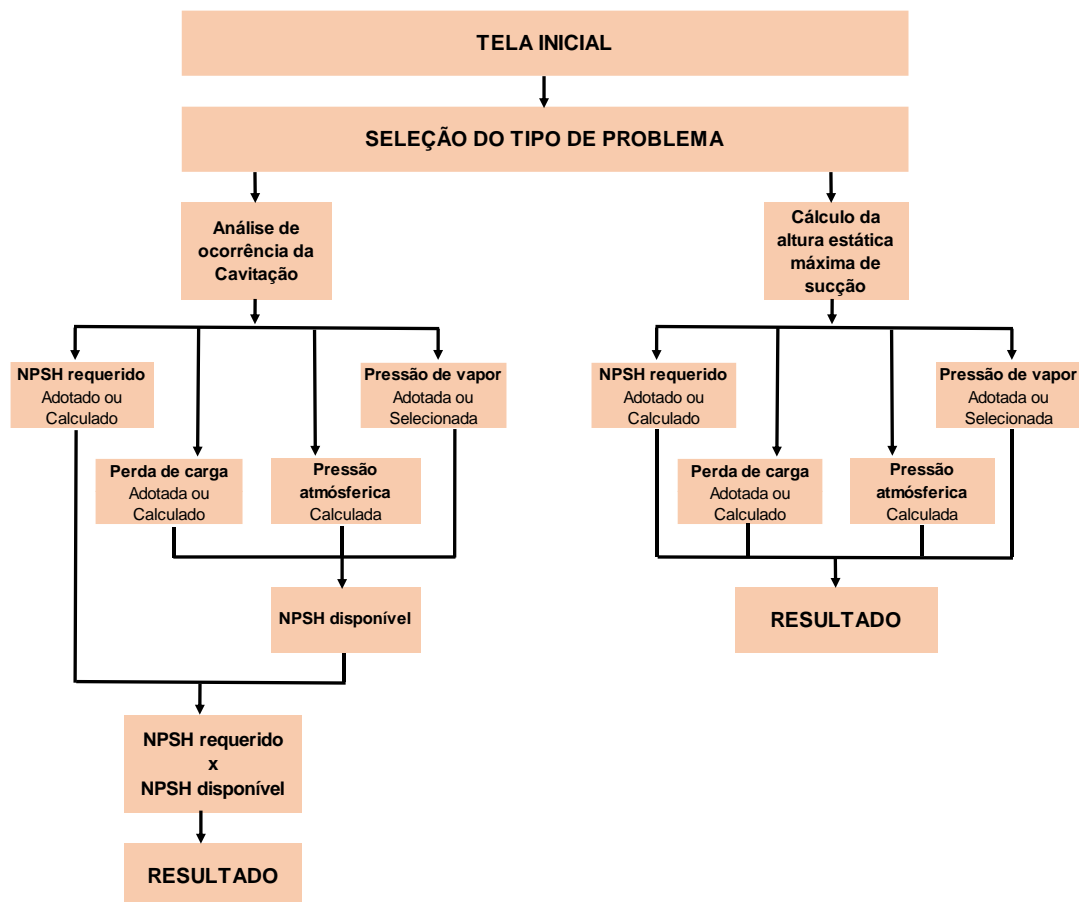


Figura 1 - Sequência das operações realizadas pelo aplicativo *CavCalc*.

O aplicativo é constituído por dez telas assim denominadas: *Boas Vindas*, *Início*, *Dados de entrada* (um total de sete) e *Resultados*. Todas as telas são dotadas de botões com a finalidade de auxiliar o usuário na manipulação das mesmas.

A tela *Boas Vindas* visa identificar o aplicativo, apresentando informações tais como nome, objetivo e nomes dos desenvolvedores. A tela *Início* possibilita a seleção da alternativa desejada: a análise da ocorrência da cavitação através da comparação entre os NPSH's disponível e requerido ou o cálculo da máxima altura estática de sucção.

Após a escolha da alternativa desejada, o aplicativo requer a inserção de parâmetros de entrada de acordo com as opções que vão sendo selecionadas pelo usuário.

O NPSH requerido tanto pode ser adotado como calculado através do coeficiente de cavitação de Thoma, cujo processo de cálculo requer a inserção da rotação nominal da bomba.

Os parâmetros necessários ao cálculo do NPSH disponível são: (i) pressão atmosférica, calculada em função da cota de instalação da bomba, inserida em campo próprio; (ii) pressão de vapor da água, inserida diretamente em campo apropriado ou selecionada a partir de valores de temperatura, presentes em uma caixa com barra de rolagem; (iii) altura estática de sucção, inserida em campo próprio, com seleção da situação da bomba (se afogada ou não

afofada), (iv) vazão de projeto, inserida em campo próprio, e (v) perda de carga na tubulação de sucção, que pode ser adotada ou calculada após a seleção de uma das seguintes equações: Universal, Hazen-Williams ou Fair-Whipple-Hsiao.

Os parâmetros a serem inseridos para o cálculo da perda de carga na tubulação de sucção através das equações mencionadas são: diâmetro e comprimento da tubulação e coeficientes de rugosidade próprios de cada equação, os quais podem ser diretamente inseridos ou selecionados a partir do tipo de material da tubulação, exibidos em caixas suspensas com barra de rolagem.

O aplicativo permite também a possibilidade de considerar as perdas de carga localizadas, as quais são estimadas através do método da Expressão Geral. Para definição dos valores do coeficiente K, o aplicativo habilitará caixas suspensas para inserção da quantidade e seleção das conexões e dispositivos causadores de perda de carga.

A tela *Resultados* apresenta uma síntese das operações realizadas pelo programa. Exibem os dados de entrada, as variáveis calculadas no procedimento de cálculo e os resultados alcançados. Esta tela é dotada ainda de um botão *Salvar*, o qual possibilita salvar um relatório síntese, em formato *pdf*, com local e nome especificados pelo usuário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No intuito de comprovar a aplicabilidade do aplicativo computacional, selecionou-se um exemplo de aplicação, oriundo de uma publicação da área da Hidráulica (BAPTISTA *et al.*, 2001, p. 194), que pudesse mostrar diversas funcionalidades do aplicativo. Pôde-se constatar que os resultados obtidos pelo aplicativo são idênticos aos apresentados na publicação. A seguir, apresenta-se a questão selecionada e as telas de dados de entrada (Figuras 2 e 3) e resultados (Figura 4).

Uma bomba movida por rotor de 3500 rpm, deve trabalhar num sistema cuja altura máxima de sucção é de 2,00 m. Verificar se esta bomba cavita ao trabalhar com uma vazão de 10 L/s. Considerar: $\frac{P_{atm}}{\gamma} = 9,80 \text{ m.c.a.}$, $\frac{P_v}{\gamma} = 0,20 \text{ m.c.a.}$, diâmetro de sucção de 100 mm; comprimento da tubulação de sucção de 7,0 m; coeficiente da fórmula de Hazen-Williams – $C = 130$. Desprezar as perdas de cargas localizadas.

Obs: Como o valor da pressão atmosférica foi dado, antes do uso do aplicativo, verificou-se qual a cota de instalação da bomba correspondente (486,6 m).

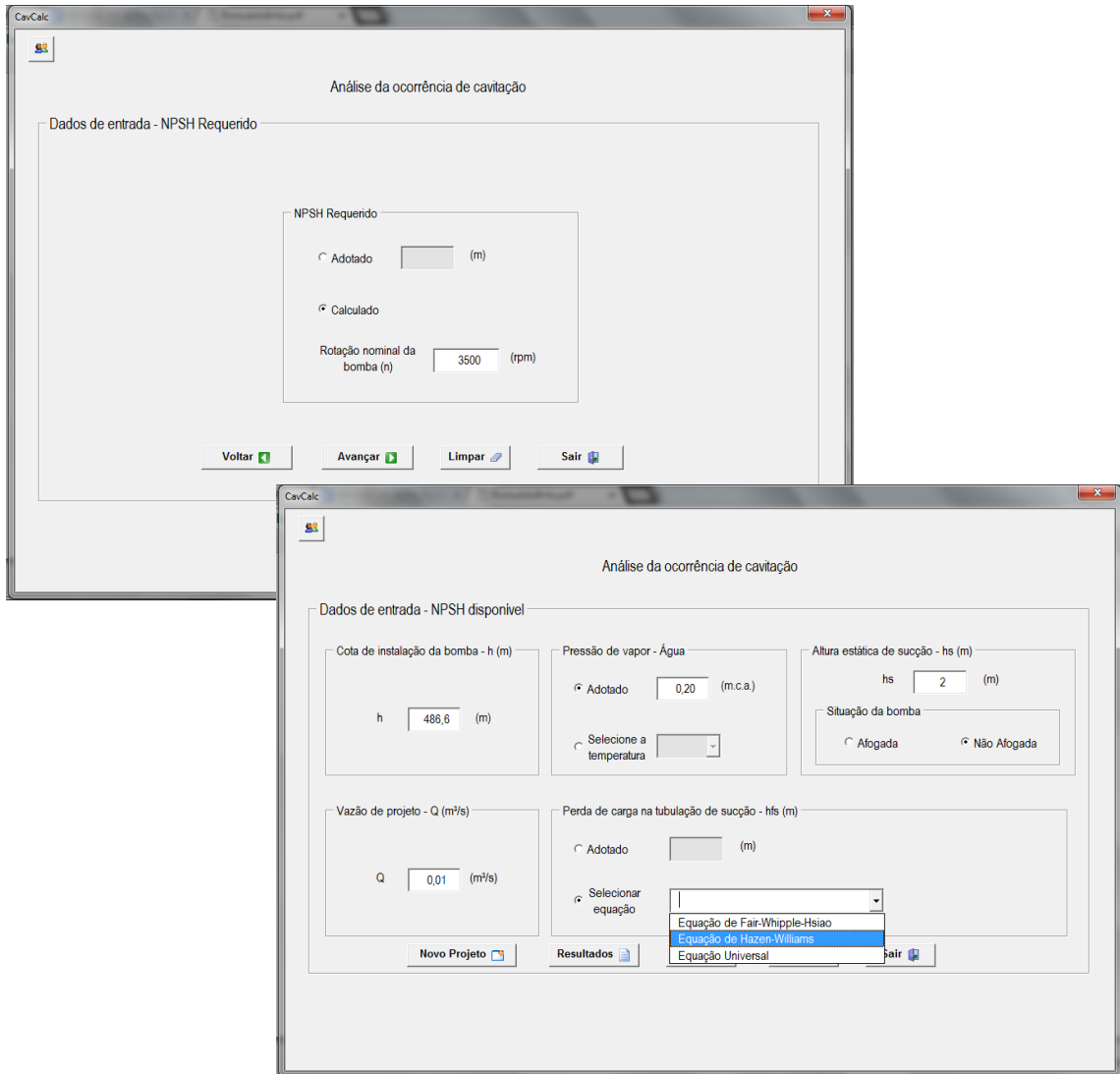


Figura 2 - Dados de entrada – NPSH requerido e NPSH disponível.



Figura 1 - Dados de entrada – Equação de Hazen-Williams.

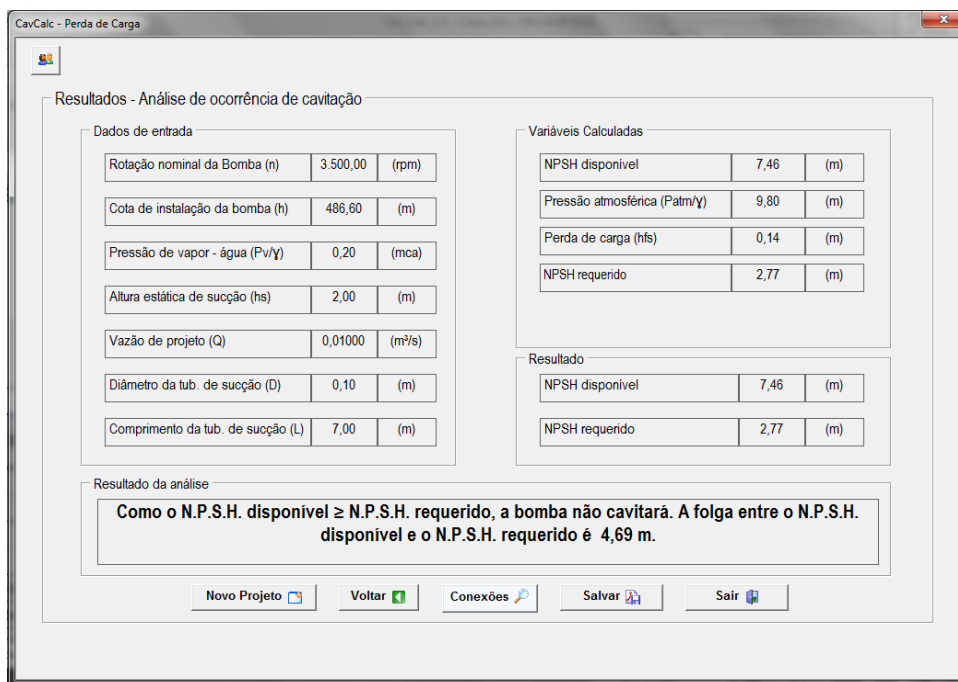


Figura 4 - Resultados - Análise de ocorrência de cavitação.

CONCLUSÕES

O aplicativo computacional *CavCalc* apresenta-se como uma ferramenta versátil para o estudo da ocorrência do fenômeno da cavitação em bombas hidráulicas, uma vez que permite a análise considerando-se duas possibilidades: comparação entre o NPSH disponível e o NPSH requerido ou cálculo da máxima altura estática de sucção. O fato de alguns parâmetros de entrada poderem ser adotados ou calculados torna o aspecto de versatilidade do aplicativo ainda mais abrangente, pois possibilita o seu uso para as mais variadas situações.

O aplicativo pode ser utilizado tanto para fins didáticos, como em projetos profissionais. No primeiro caso, além de permitir a checagem dos resultados de exercícios, pode-se realizar simulações com a finalidade de pesquisar aspectos bastante evidenciados em sala de aula, como a influência dos parâmetros no cálculo do NPSH disponível. A nível profissional, o projetista disporá de uma ferramenta que permitirá a avaliação da ocorrência da cavitação em seu sistema de recalque de modo rápido, prático e seguro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA, M. B. *et al.*; Hidráulica Aplicada. Porto Alegre: ABRH, 2001. 619p.
- ZIEMER, A. H. Aplicativo computacional para dimensionamento de canais e estruturas Hidráulicas. Lavras, 2003. 94p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras.