

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS POR MEIO DE INTERFACES GRÁFICAS EM VBA/EXCELAna Laura P. de Melo¹ (IC), Guilherme Youssef Rodriguez (PQ)¹¹Universidade Federal de Itajubá.**Palavras-chave:** Sistemas de tubulação industrial. Interfaces gráficas. VBA. Microsoft Excel®.**Introdução**

A crescente complexidade dos processos produtivos tem impulsionado o desenvolvimento de ferramentas que tornem o trabalho de engenharia mais ágil, confiável e integrado aos princípios da Indústria 4.0. Conforme a gradativa competitividade e busca por maior produtividade no mercado de trabalho, o dimensionamento de sistemas de tubulações industriais é uma etapa fundamental para garantir a eficiência, a segurança e a viabilidade econômica dos projetos (HÖRBE et al, 2015). Entretanto, a execução manual desses cálculos é suscetível a erros e pode demandar tempo significativo.

Diante dessa demanda, a utilização de interfaces gráficas em Excel, aliadas à programação em VBA (Visual Basic for Applications), surge como uma alternativa prática e acessível para automatizar cálculos e organizar informações de maneira estruturada. Essa abordagem possibilita a criação de sistemas personalizados que reduzem a complexidade do processo, aumentam a confiabilidade dos resultados e se alinham às práticas digitais da engenharia moderna.

O trabalho em questão trata do desenvolvimento de interfaces gráficas utilizando VBA com a finalidade de automatizar cálculos e procedimentos provenientes de metodologias quantitativas da Engenharia de Bioprocessos, além de objetivar que tais interfaces possam contribuir para um aprendizado mais dinâmico e interativo no ambiente acadêmico. Iniciativas semelhantes já têm sido relatadas na literatura, como o desenvolvimento de simuladores em Excel/VBA para processos fermentativos (GOMES, 2020), dimensionamento de válvulas de controle (MARQUES, 2019) e cálculo de sistemas de lodos ativados voltados ao ensino de engenharia (MICHEL, 2021). Tais experiências reforçam a viabilidade e relevância do uso do VBA como ferramenta educacional e de apoio ao projeto de processos.

Nesse sentido, a Indústria 4.0 tem promovido transformações significativas ao integrar tecnologias

digitais, automação e sistemas inteligentes aos processos produtivos. De forma semelhante, na educação, a Revolução 4.0 tem possibilitado novas formas de aprendizagem e otimização de práticas, demonstrando a relevância da digitalização em diferentes áreas do conhecimento (LIMA et al., 2020).

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma aplicação em Excel/VBA voltada para o dimensionamento de sistemas de tubulações industriais em uma planta de processo. A ferramenta permite automatizar cálculos, armazenar dados e facilitar a análise do sistema, contribuindo para maior eficiência e integração digital no contexto da Indústria 4.0.

Metodologia

A metodologia deste projeto teve como base uma abordagem aplicada e descritiva, focada no desenvolvimento de uma ferramenta computacional. Inicialmente, foi realizada uma revisão sistemática dos fundamentos da mecânica dos fluidos. Toda a lógica computacional, desde o cálculo da velocidade de escoamento (v) e do número de Reynolds (Re) até a determinação das perdas de carga, foi implementada na ferramenta em Microsoft Excel® por meio de programação em VBA.

A velocidade de escoamento foi calculada pela Equação 1, servindo como uma etapa preliminar para o cálculo do número de Reynolds (Equação 2), que determinou o regime de escoamento do fluido.

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (1)$$

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (2)$$

O cálculo da perda de carga total (h_t) foi obtido como a soma da perda de carga por atrito (h_f) e da perda de carga localizada (h_l), conforme a Equação 3:

$$h_t = h_f + h_l \quad (3)$$

A perda de carga localizada, causada por singularidades na tubulação (como cotovelos e válvulas), foi calculada

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

com base em um coeficiente de perda (K) para cada acessório, conforme a Equação 4:

$$h_l = K \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

O cálculo da perda de carga por atrito variou de acordo com o regime de escoamento. Para escoamento laminar ($Re < 2100$), utilizou-se a Equação de Hagen-Poiseuille (Equação 5). Para o regime turbulento ($Re > 4000$), a perda de carga foi determinada pela Equação 6, de Darcy-Weisbach, que exige a determinação do fator de atrito (f)

$$h_f = \frac{128\mu L Q}{\pi \rho g D^4} \quad (5)$$

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (6)$$

O fator de atrito também foi determinado pelo regime de escoamento. Para escoamento laminar, foi calculado pela Equação 7:

$$f = \frac{64}{Re} \quad (7)$$

Enquanto para o turbulento utilizou-se a Equação de Swamee e Jain (Equação 8):

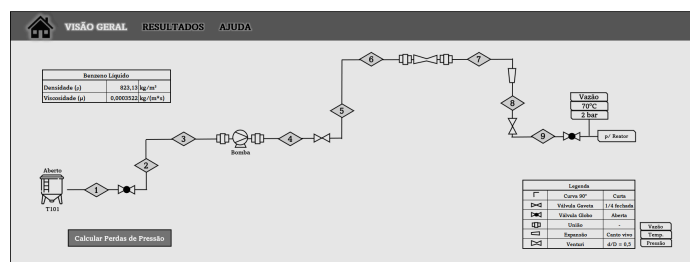
$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{\epsilon/D}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}})]^2} \quad (8)$$

Para a criação dos códigos, foi utilizado como referência o livro "Operações Unitárias da Engenharia Química utilizando o Excel/VBA", de Marcos Moreira. A ferramenta foi validada por meio de comparações com resultados de cálculos manuais e dados de referência, garantindo a confiabilidade e a precisão dos resultados.

Resultados e discussão

A aplicação desenvolvida em Microsoft Excel com programação VBA resultou em uma ferramenta computacional intuitiva para o dimensionamento de sistemas de tubulações industriais. A Figura 1 mostra a tela inicial da interface gráfica, a qual consiste de um esboço referente ao sistema de tubulações que será dimensionado. E nesta tela inicial, o usuário tem a opção de navegar entre as abas localizadas na parte superior.

Figura 1 - Tela inicial da interface gráfica, com os botões de navegação para as funcionalidades do projeto



A funcionalidade principal da ferramenta desenvolvida aqui neste trabalho está mostrada na Figura 2, a qual é dedicada aos cálculos das perdas de pressão. Nela, o usuário insere os dados de entrada do sistema, como o comprimento, o diâmetro nominal, o material, podendo ser aço ou PVC, e a vazão volumétrica. A ferramenta, por ser pré-configurada para o escoamento de benzeno líquido, já possui os valores de densidade e viscosidade do fluido embutidos, simplificando o processo para o usuário. Além disso, o sistema exige que todos os dados sejam inseridos no Sistema Internacional de Unidades, garantindo a consistência dos cálculos.

Figura 2 - Tela da calculadora de perdas de pressão, com campos para inserção de dados

Um dos diferenciais da aplicação é a sua alta usabilidade. Após a entrada dos dados, o usuário é transferido para a aba de resultados, ilustrado na Figura 3, onde o mesmo pode conferir todas as informações adicionadas e os resultados calculados, como o regime de escoamento (determinado pelo número de Reynolds), o fator de atrito e a perda de pressão total. Uma funcionalidade avançada de exportação de relatórios foi implementada, permitindo que o usuário, após a conferência dos dados, tenha a opção de gerar um relatório final em formato PDF.

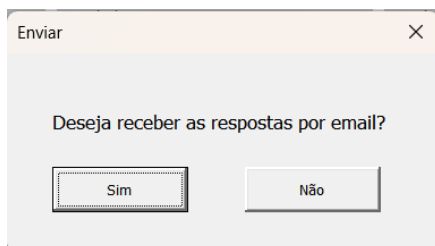
“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

Figura 3 - Aba de resultados, com resumo dos dados de entrada e resultados de cálculo.

Local de Circuito	Tipos de Acessório	KL	Quantidade de Acessório	Diâmetro Interno (m)	L do local (m)	Perda Localizada (Pa)	Perda Distribuída (Pa)	Perda Total (Pa)
1	Valvula Globo Aberta	10	1	0,015	50	205095,212	542942,83	748038,042
	Curva 90°	0,3	2	0,016	75	58915,8029	12616415,9	12675331,85
2	União Rosqueada	0,08	1	0,0302	8	2986,76022	1345751,629	1348738,629
	Valvula Gaveta 1/4 Fechada	0,26	1	0,0278	5	43216,28112	12170,89	107945,1112
3	Curva 90°	0,3	1	0,0278	5		243461,66	243728,2382
	União Rosqueada	0,08	1	0,0302	75	48201,40637	564642,458	569462,864
4	União Rosqueada	0,08	1	0,0302	8			
	Curva 90°	0,3	1	0,0302	5	97536,38224	602285,0622	699821,3545
5	Flange (sem vao)	1	1	0,0384	75			
	Valvula Gaveta 1/4 Fechada	0,26	1	0,0284	0	45042,1885	51077089,76	51477501,95
6	Curva 90°	0,3	1	0,0284	8			
	Valvula Globo Aberta	10	1	0,0384	2	2586744,798	1362055,727	3948800,525

O resultado final desse processo é o recebimento do documento no e-mail de destino, que atesta a eficácia da aplicação ao entregar um relatório completo com todas as informações do projeto. Essa etapa final demonstra a praticidade e a eficiência do sistema, que integra o cálculo à documentação do projeto, um diferencial importante para a engenharia moderna. A Figura 4 evidencia a caixa de diálogo que permite a confirmação para o envio por e-mail.

Figura 4 - Caixa de diálogo para envio de relatório por e-mail e personalização do nome do arquivo.

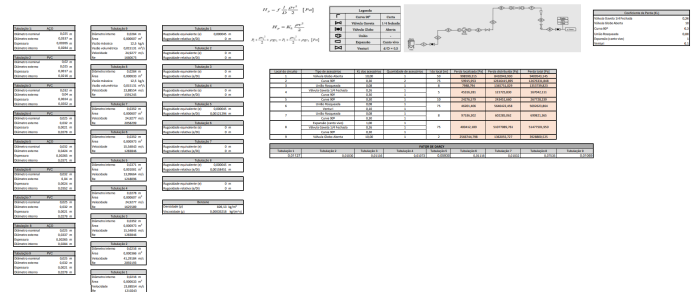


Ao inserir o e-mail de destino, o usuário irá receber uma mensagem automática, demonstrado na Figura 5, contendo o relatório final em PDF (Figura 6).

Figura 5 - E-mail recebido com o relatório final em anexo.



Figura 6 - Exemplo de relatório final em formato PDF.



Conclusões

O presente trabalho alcançou seu objetivo de desenvolver uma ferramenta computacional em Microsoft Excel® e VBA para automatizar o dimensionamento de sistemas de tubulações industriais. A aplicação demonstrou-se eficaz na realização de cálculos numerosos e sequenciais, como a determinação do regime de escoamento e a perda de carga total, validando sua precisão por meio de comparação com cálculos manuais.

A ferramenta se destaca pela sua interface intuitiva e funcionalidades de alta usabilidade, como a exigência de dados em um padrão único de unidades e a capacidade de gerar e enviar relatórios em PDF por e-mail, o que simplifica o processo de documentação. Dessa forma, o projeto se alinha diretamente aos princípios da Indústria 4.0, ao oferecer uma solução digital que aumenta a agilidade e a confiabilidade dos procedimentos de engenharia.

Conclui-se que o uso do VBA em plataformas amplamente acessíveis como o Excel não apenas possibilita a criação de ferramentas personalizadas e eficientes, mas também contribui para um aprendizado mais dinâmico e interativo no ambiente acadêmico, além de fornecer um recurso valioso para a prática profissional.

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Dr. Guilherme Youssef Rodriguez por me orientar neste trabalho e por todo o conhecimento que me foi transmitido. Também agradeço à Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e ao programa PIVIC pelo apoio e incentivo à pesquisa, bem como ao meu grande amigo, Eng. Gabriel Henrique Batista, por toda ajuda e paciência.

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

Referências

GOMES, D. S. Desenvolvimento de software de simulação em Excel/VBA: processo de produção biotecnológica de etanol. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

HÖRBE, T. A. N.; MOURA, G. N.; SILVA, A. H.; VARGAS, K. S.; MACHADO, E. C. Gestão Por Processos: Uma Proposta De Melhoria Aplicada A Uma Pequena Empresa Do Ramo De Alimentação. *Sistemas & Gestão* 10 (2015), pp 226-237.

LIMA, A. M.; CAIRES, B. F.; MOURA, R. G.; BARBOSA, M. V. A Revolução 4.0 na educação: uma discussão teórica. 2020. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/1323/1338>.

MARQUES, I. R. Desenvolvimento de aplicativo em Excel/VBA para dimensionamento de válvula de controle para líquidos, gases e vapores. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

MICHEL, J. A. Roteiro de cálculo implementado em Excel/VBA para dimensionamento de lodos ativados. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.