

## Desenvolvimento de geometria para o estudo de gasodutos em simulação computacional

## Development of geometry for the study of gas pipelines in computer simulation

### RESUMO

O gasto de produtos materiais físicos envolve a construção de produtos como calhas, gasodutos e outros objetos que possuem uma funcionalidade específica. Saber apenas o necessário, reduzindo ao máximo partes obsoletas aos projetos, bem como conseguir uma economia de recursos físicos tem sido importante no desenvolvimento dos produtos materiais. Além disso, fenômenos naturais podem corroer estruturas não testadas previamente. Para que isso possa acontecer, faz-se necessário primeiramente o desenvolvimento destes produtos de modo computacional, em 3D, objeto deste estudo. Desenvolvendo alguns objetos no *software* ANSYS, testando e observando seus resultados para ver sua funcionalidade, possível atuação de fenômenos naturais e a possibilidade de aplicar possíveis melhorias segue como continuidade de nosso projeto.

**PALAVRAS-CHAVE:** CFD. Ansys. Objetos funcionais.

### ABSTRACT

The expenditure of physical material products involves the construction of products such as gutters, gas pipelines and other objects that have a specific functionality. Knowing only what is necessary, minimizing obsolete parts to projects, as well as saving physical resources has been important in the development of material products. In addition, natural phenomena can corrode previously untested structures. For this to happen, it is necessary to first develop these products in a computational way, in 3D, the object of this study. Developing some objects in the ANSYS software, testing and observing their results to see its functionality, possible performance of natural phenomena and the possibility of applying possible improvements continues as a continuation of our project.

**KEYWORDS:** CFD. Ansys. Functional objects.

Alex Oliveira Sanitá  
[alexoliveirasanita@alunos.utfpr.edu.br](mailto:alexoliveirasanita@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
[flaviareitz@gmail.com](mailto:flaviareitz@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

O advento do computador digital nos últimos 40 anos forneceu uma terceira alternativa para a análise do movimento dos fluidos: a simulação numérica. Esta área do conhecimento, que complementa as análises teóricas e as técnicas experimentais da mecânica dos fluidos está em pleno desenvolvimento e expansão, já sendo utilizada por pesquisadores nas áreas de, entre outras, medicina, meteorologia, engenharias civil e aeronáutica. As simulações computacionais complementam estudos em que análises ou testes em laboratórios não são suficientes, por razões de complexidade, custo e/ou tempo para possibilitar o entendimento adequado dos fenômenos físicos envolvidos (FORTUNA, 2000).

Um exemplo bastante comum é de indústrias em que há sempre necessidades crescentes de transportar grandes quantidades de sólidos, líquidos ou gases por longas distâncias. Oleodutos e gasodutos atuam como verdadeiras artérias dentro da Terra. Usando extensos tubos de aço e plástico, eles transportam gás e petróleo por todo o planeta. A sua influência estratégica nas relações entre os países é indiscutível, pois podem ser utilizados para fornecer energia a todos os territórios, mesmo quando essas áreas não dispõem de recursos naturais. Atualmente, são mais de 3,5 milhões de quilômetros em todo o mundo. Espera-se que até 2022 esse número aumente em 12,2% (HOPKINS, 1992).

Em tais casos, os sistemas de transporte pneumático de fase densa de alta pressão de longa distância são normalmente empregados. E consistem principalmente de bombas de armazenamento, dutos de transporte e separadores de ciclone. Em tal sistema, a tubulação escalonada em vez da tubulação convencional é geralmente usada. Isso porque, no gasoduto convencional e em condições de alta pressão, as velocidades do gás e do sólido serão muito altas no final do gasoduto devido à compressibilidade do gás (NGUYEN et al., 2001). Alta velocidade pode causar desgaste de sólidos, desgaste da tubulação e uma grande perda de pressão. Uma grande perda de pressão também significa que mais energia é necessária para o transporte. Portanto, é muito importante manter a velocidade do ar de transporte o mais baixa possível (XIAO-XUAN; GONG, 2005). O verdadeiro potencial desses dutos é que são sistemas de transporte que, graças às suas características, apresentam uma série de benefícios sobre os canais tradicionais:

- Mais econômico. Além de possuírem maior capacidade de transporte, requerem apenas energia para o acionamento das bombas centrífugas que empurram o produto pelos dutos. Uma linha padrão com diâmetro de 20 polegadas pode movimentar cerca de um milhão de litros por hora, enquanto um caminhão pode transportar apenas 30.000 litros. Por conta dessa diferença e do custo de pessoal, o transporte por caminhão ou navio é até 15 vezes mais caro.
- Mais confiável. Eles estão menos expostos a riscos ambientais e socioeconômicos, como terremotos, greves ou estradas fechadas. Apesar de ser um sistema de transporte lento (com velocidade entre 5 e 10 km / h), é constante, o que significa que pode operar 24 horas por dia durante todo o ano. Isso garante que o produto chegue sempre na hora certa a cada um dos centros de distribuição.
- Mais seguro. Quando os sistemas de controle de abastecimento do duto detectam qualquer perda de combustível, eles desligam o fluxo automaticamente

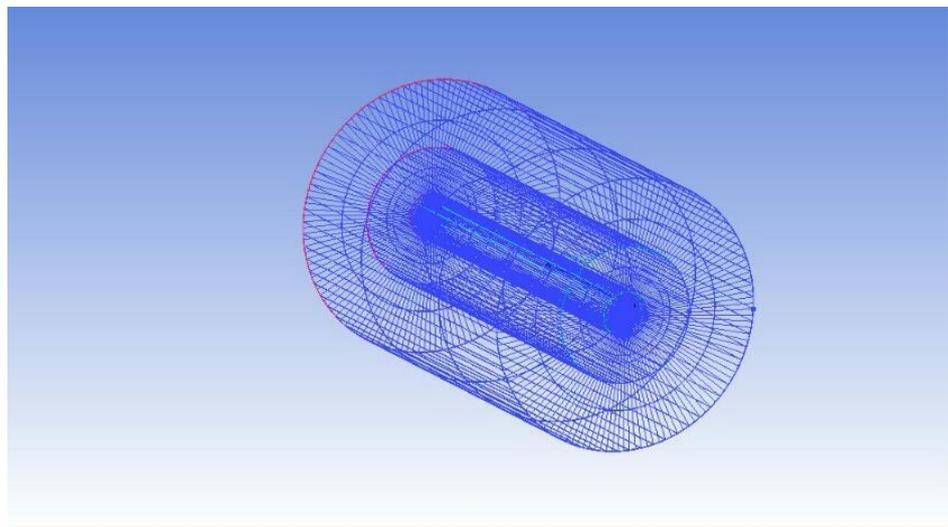
no caso de um possível vazamento. Como normalmente são subterrâneos, o índice de incidentes graves está bem abaixo do registrado para transporte em caminhões e até trens.

Além disso, como nenhum pessoal é necessário para sua operação e eles normalmente estão longe de centros populacionais e rotas de transporte, os perigos potenciais são reduzidos significativamente. O impacto ambiental também é menor, pois o transporte terrestre e marítimo produz poluição e ruído que é evitado pelo transporte do produto por essas linhas (XU et al., 2003). Com base nessas considerações, este trabalho teve como objetivo elaborar geometrias computacionais do modelo de dois gasodutos para se estudar futuramente suas respectivas propriedades termodinâmicas baseadas nas técnicas da Fluidodinâmica Computacional (CFD) de modo que ajustem possam ser feitos almejando um menor custo para o fabricante e com o menor erro possível de produção.

## MATERIAL E MÉTODOS

De início, foi proposta a exploração do programa ANSYS ICEM com o intuito de entender e aprender o seu uso. Como se trata de um *software* de desenho, os primeiros contatos foram desenhos unidimensionais, que, com o aumento do domínio da ferramenta, foram evoluindo até desenhos tridimensionais com malhas. Após a realização de geometrias, superfície e malhas de geometrias planas e bidimensionais, passou-se para a elaboração de dois modelos de gasodutos conforme as Figuras 1 e 2.

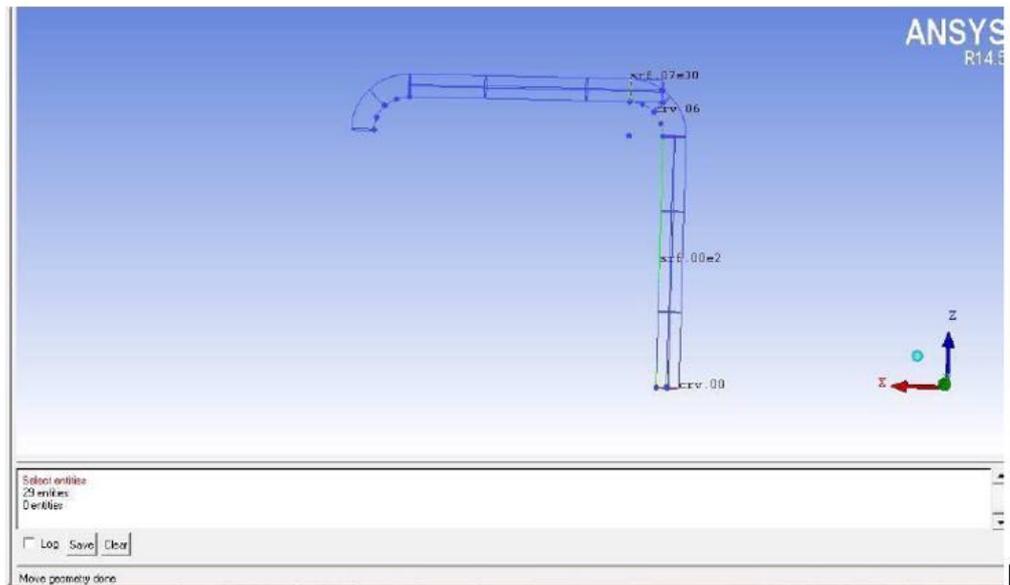
Figura 1 – Modelo de gasoduto coaxial



Fonte: Autoria própria (2020).

Para que o modelo fosse projetado, inicialmente procurou-se na literatura um modelo com esse perfil. A partir de então gerou-se uma geometria circular coaxial, sua respectiva superfície e a malha foi gerada. Todos os procedimentos pelo software Ansys ICEM. Na Figura 2 tem-se o modelo de um gasoduto em formato curvilíneo.

Figura 2 – Modelo de gasoduto curvilíneo



Fonte: Autoria própria (2020).

Em ambos os modelos foi realizada a aplicação de malha hexagonal com refino apenas na entrada da Figura 1.

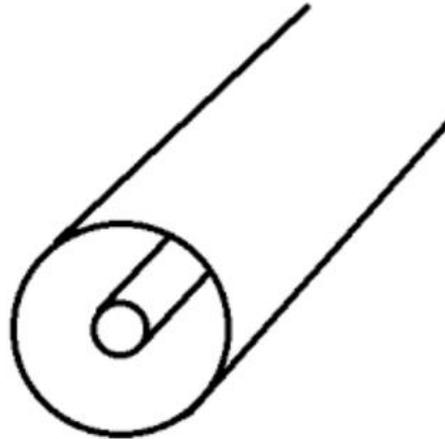
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para que conseguisse desenvolver projetos mais elaborados, inicialmente houve a necessidade de desenvolver formas básicas de geometria para aprender a trabalhar com o programa e ir cada vez mais se aprofundando na produção de objetos bidimensionais e, posteriormente os tridimensionais. Nesta lista incluíram-se quadrados, retângulos, cubos, paralelepípedos, cilindros e esferas. Todos eles com geração da geometria, superfície e malhas.

Após esta parte de inicialização e adaptação ao projeto e ao programa, os projetos mais elaborados foram surgindo, que eram mais complexos e por isso tomaram muito mais tempo de desenvolvimento. Estes foram dois:

Gasoduto com entrada coaxial: o modelo representado pela Figura 1 foi confeccionado segundo a Figura 3. Este tipo de gasoduto permite a entrada de dois líquidos ou gases distintos simultaneamente.

Figura 3 – Entrada coaxial em cilindro reto



Fonte: A autoria própria (2020)

Gasoduto em modelo curvo: o modelo representado pela Figura 2 foi confeccionado segundo a Figura 3. Este tipo de gasoduto permite a passagem de um tipo de líquido ou gás de forma contínua.

Figura 4 – Modelo de gasoduto em curva



Fonte: A autoria própria (2020)

Na continuidade do projeto, os próximos integrantes farão as análises dos escoamentos considerando o software Ansys CFX. Nele é possível estudar um grande número de problemas de escoamento, especialmente em dutos, onde é conveniente escrever as equações fundamentais de conservação para uma certa região nas vizinhanças do objeto ou equipamento em estudo.

## CONCLUSÃO

O trabalho não foi concluído e está sendo conduzido por outro aluno de iniciação científica que desenvolverá adequações em relação ao projeto realizado

durante este período, além de estudar os problemas que envolvem o escoamento de fluido em dutos com relação aos cálculos de vazões, perda de pressão e conversão de energia.

### AGRADECIMENTOS

Deixo meus agradecimentos ao Cnpq pelo apoio financeiro ao projeto e à minha orientadora por me instruir durante todo o tempo.

### REFERÊNCIAS

ANSYS. **ANSYS CFX Workbench**. Canonsburg, 2008.

FORTUNA, A. O. **Técnicas computacionais para dinâmica dos fluidos: conceitos básicos e aplicações**. São Paulo: EDUSP, 2006.

HOPKINS P. **The assessment of pipeline defects during pigging operations**, in Pipeline Pigging Technology, Tiratsoo J.N.H. (ed.), Gulf Professional Publishing, 2nd ed., pp. 303-324, 1992.

NGUYEN T.T.; KIM S.B.; YOO H.R.; RHO Y.W. Modeling and simulation for pig flow control in natural gas pipeline. **KSME International Journal**, v. 15, n. 8, p. 1165-1173, 2001.

XIAO-XUAN X.; GONG J. (2005) Pigging simulation for horizontal gas-condensate pipelines with low-liquid loading. **Journal of Petroleum Science and Engineering**, v. 48, p.272-280, 2005.

XU X.-X., GONG J.; DENG D.M. A review of pigging model in multiphase pipelines. **China Offshore Oil Gas**, v. 15, n. 4, p. 21-24, 2003.