

Simulação Numérica da Transição Churn-Anular em escoamentos Bifásicos Líquido-Gás Verticais

Leonardo Augusto Chaves Rebello², Marcus Vinicius Canhoto Alves³

¹ Vinculado ao projeto “Simulação Numérica da Transição Churn-Anular em escoamentos Bifásicos Líquido-Gás Verticais”

² Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica – CCT – Bolsista PROBIC

³ Orientador, Departamento de Engenharia Mecânica – CCT – marcus.alves@udesc.br

Escoamentos bifásicos são encontrados com facilidade no meio industrial, seja em trocadores de calor, usinas de energia térmica e até mesmo na indústria de óleo e gás. A importância do estudo nessa área se faz evidente devido à dificuldade de prever fenômenos hidrodinâmicos somada ao elevado custo empírico para a realização das validações. Em termos de mecânica dos fluidos, um escoamento bifásico pode ser definido como dois fluidos com fases distintas escoando simultaneamente em um dado sistema. O comportamento de um escoamento bifásico pode ser catalogado em vários cenários diferentes, sendo estes agrupados em 3 grandes categorias de fluxo – separado, misturado e disperso. O objetivo do trabalho é realizar no *software* OpenFOAM a simulação numérica da interação entre água líquida e ar em um duto vertical. Partindo do orifício mais abaixo, o ar é “empurrado” para dentro do duto em alta velocidade e, na metade do caminho, a água líquida é adicionada a partir de pequenos orifícios nas extremidades do perfil tubular. O escoamento segue para a saída na parte superior, a água é reutilizada no sistema enquanto o ar é liberado na atmosfera. Como preparação para a simulação, foram modeladas cuidadosamente as condições de contorno através de relações de vazão mássica e área, estas são: velocidade de entrada de ar, velocidade de entrada da água, bem como suas pressões; e as propriedades inerentes aos fluidos e superfícies: viscosidade, volumes específicos, dentre outros. O comportamento estudado foi especificamente a transição entre os padrões de fluxo *churn* (com espuma e bolhas, altamente perturbado, instável) e anular (filme em formato de “anel” junto à parede do tubo).

A Figura 1 mostra a comparação do gradiente de pressão obtido numericamente e duas outras metodologias; uma experimental apresentada por Govan et al (1990), e uma obtida numericamente utilizando o programa HyTAF proposto por Alves (2014). O resultado da metodologia numérica é promissor, apresentando um resultado próximo às médias obtidas pelas outras metodologias, além de ser capaz de capturar as oscilações na pressão típicas da transição entre os padrões anular e *churn*. A Figura 2 mostra a fração volumétrica de gás presente entre duas seções da tubulação em estudo e mais uma vez os resultados são promissores, mostrando que a metodologia numérica utilizada é capaz de se aproximar da média dos resultados tradicionais e ainda capturar os as oscilações tradicionais da transição entre padrões de escoamento.

Assim, pode-se concluir que o trabalho obteve relativo sucesso em reproduzir os resultados experimentais e numéricos da literatura, incorporando um aspecto não indicado na outra metodologia numérica apresentada.

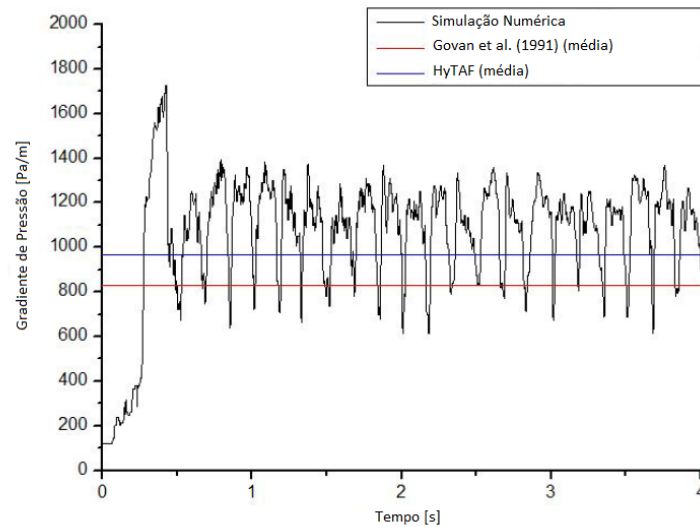


Figura 1. Gradiente de pressão como função do tempo $z=0,858$.

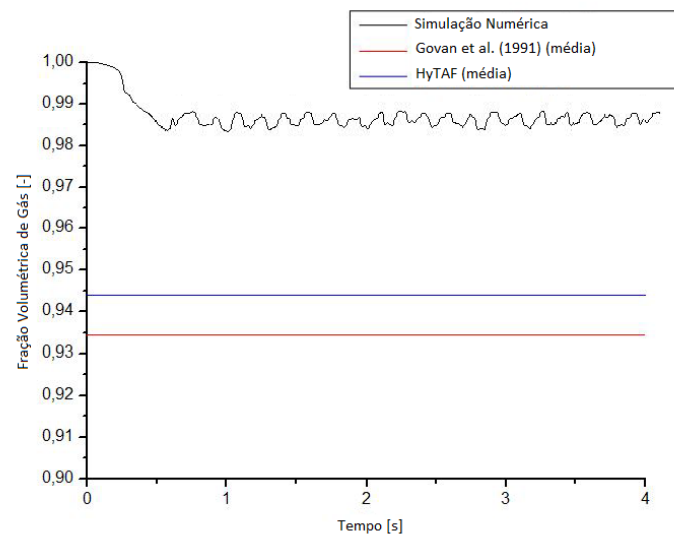


Figura 2. Fração volumétrica de gás entre $z=0,296$ [m] e $1,195$ [m].

Palavras-chave: Escoamentos bifásicos. OpenFOAM. Simulação numérica.

Referências:

GOVAN, A. H. et al. Flooding and churn flow in vertical pipes. International journal of multiphase flow, v. 17, n. 1, p. 27-44, 1991.

ALVES, M. V. C. Modelagem numérica do escoamento transiente churn-anular em tubulações verticais e sua aplicação na simulação de carga de líquido em poços de gás. 2014. 287 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

Agradecimentos:

À FAPESC, concessões 2019TR000779, 2019TR000783, 2019TR000843 e 2021TR000843; ao CNPq concessão 433820/2018-7; ao CENAPAD-SP, e à FAPESP.