

A Aplicação de Métodos TVD no Estudo da Sedimentação em Fluidos Não-Newtonianos

Vivia de S. Marins [‡] Renan de S. Teixeira²
PPGMMC/UFRRJ, Seropédica, RJ

Os fluidos não newtonianos são fluidos que não obedecem a lei de viscosidade proposta por Newton, no qual a tensão de cisalhamento é proporcional à taxa de deformidade sofrida pelo fluido, ou seja, quando aplicada uma força externa, não será deformado pela mesma de forma linear [8]. Esses fluidos ainda são subcategorizados dadas suas propriedades reológicas.

Importantes estudos envolvendo estes fluidos exploram o fenômeno de sedimentação que ocorre em diferentes áreas industriais, como, por exemplo, na utilização de sedimentadores na indústria mineradora e a análise dos fluidos de perfuração na área de engenharia [9]. Este último tópico aborda o estudo do comportamento de fluidos viscoelásticos utilizados durante a perfuração de poços de petróleo, já que estas atividades envolvem diversos gastos e grande importância nos tempos atuais [7].

A utilização desses fluidos na abertura de poços tem como características notórias: (i) a retenção das paredes dos poços durante a perfuração e a invasão de fluidos não desejados, utilizando a pressão hidrostática no anular, (ii) o transporte de cascalhos provenientes da perfuração e sua suspensão durante paradas operacionais, (iii) resfriar e lubrificar a coluna de perfuração e a broca e (iv) manter o poço aberto até que o tubo de revestimento seja cimentado [1]. Porém, há pequenas partículas sólidas contidas nos fluidos e estas, por ação da gravidade, acabam se sedimentando no fundo do poço, dificultando as etapas de perfuração e mantimento da abertura dos poços [6].

O modelo de sedimentação é descrito por equações diferenciais não-linear e, conseqüentemente, a sua solução utilizando métodos implícitos eleva o custo computacional. Portanto, métodos explícitos capazes de capturar ondas de choque são importantes na solução dos problemas [2–5].

Como este fenômeno conta com duas descontinuidades encontradas na zona clarificada e na zona de compressão, quando formadas, os métodos numéricos utilizados devem conter um limitador, um gradiente, que controla a acurácia das simulações feitas. Dado estas características o método *Total Variation Diminishing* (TVD) é aconselhado, pois, diferentemente de esquemas *Low-Order* (LO) e *High-Order* (HO), não sofrem com oscilações espúrias ou difusão numérica que ocorrem em locais de saltos ou descontinuidades [10].

Existem diferentes esquemas TVD dado suas estruturas e diversos limitadores que alteram a sua acuracidade. Neste trabalho propomos analisar esses diferentes esquemas aplicados ao fenômeno da sedimentação em fluidos não-Newtonianos e discutir qual(is) esquema(s) melhor descreve(m) o comportamento do processo de compactação do sedimento no fundo de poços.

Os resultados preliminares que obtivemos (Figura 1) demonstra a mudança, descrita na literatura, da concentração de sólidos em diferentes alturas da proveta ao longo dos dias. Esses valores foram obtidos pelo método de Nessyahu-Tadmor e são similares aos dados experimentais. Pretendemos compara-los com os resultados obtidos utilizando o método TVD.

¹viviasouza.dsm@gmail.com

²rsteixeira@ufrj.com

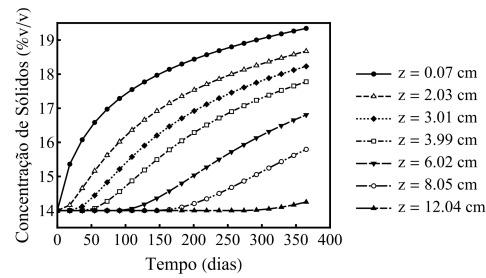


Figura 1: Dados numéricos encontrados. Fonte: Autores.

Agradecimentos

The authors thank the funding of Petrobras (Projeto SAP 4600669323) and UFRRJ's support for the development of this work.

Referências

- [1] A. T. Jr. Bourgoyne, K. K. Millheim, M. E. Chenevert e F. S. Jr. Young. **Applied drilling engineering**. 1a. ed. Texas: Society of Petroleum Engineers, 1986. ISBN: 1555630014.
- [2] R. Bürger, J. Careaga e S. Diehl. "Entropy solutions of a scalar conservation law modeling sedimentation in vessels with varying cross-sectional area". Em: **SIAM Journal on Applied Mathematics** 77.2 (2017), pp. 789–811.
- [3] R. Bürger, F. Concha, K.-K. Fjelde e K. Hvistendahl Karlsen. "Numerical simulation of the settling of polydisperse suspensions of spheres". Em: **Powder Technology** 113.1-2 (2000), pp. 30–54.
- [4] R. Bürger, S. Diehl e C. Mejías. "A difference scheme for a degenerating convection-diffusion-reaction system modelling continuous sedimentation". Em: **ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis** 52.2 (2018), pp. 365–392.
- [5] R. Bürger e A. Kozakevicius. "Adaptive multiresolution WENO schemes for multi-species kinematic flow models". Em: **Journal of Computational Physics** 224.2 (2007), pp. 1190–1222.
- [6] T. Nguyen, S. Miska, Me. Yu e N. Takach. "Predicting dynamic barite sag in newtonian-oil based drilling fluids in pipe". Em: **Journal of energy resources technology** 133.2 (2011).
- [7] R. R. Rocha. "Estudo Teórico-Experimental da Sedimentação em Batelada: Monitoramento e Modelagem de Perfis de Concentração de Sólidos e Análise de Equações Constitutivas". Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2018.
- [8] C. M. da Silva, T. L. Silva Junior e I. M. Pinto Junior. "Caracterização Reológica de fluidos não newtonianos e sua aplicabilidade na indústria". Em: **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS** 5.2 (2019), pp. 285–300. URL: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/6798>.
- [9] R. Silva, F. A. P. Garcia, P. M. G. M. Faia e M. G. Rasteiro. "Settling suspensions flow modelling: a review". Em: **KONA Powder and Particle Journal** (2015), p. 2015009.
- [10] D. Zhang, C. Jiang, D. Liang e L. Cheng. "A review on TVD schemes and a refined flux-limiter for steady-state calculations". Em: **Journal of Computational Physics** 302 (2015), pp. 114–154. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcp.2015.08.042>.