

11ª Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS

& 8º Simpósio de Pós-Graduação

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS MODELOS DE ARRASTE SOBRE O PERFIL DE ESCOAMENTO DE UM LEITO FLUIDIZADO

Daniel C. PELISSARI¹; Milton MORI²

RESUMO

Os processos leito fluidizado são utilizados em diferentes processos e operações das indústrias químicas. A fim de estudar e compreender a dinâmica do escoamento neste tipo de processo, diferentes modelos de arraste têm sido propostos para representar a interação entre a fase fluida e dispersa. A fim de estudar a influência destes modelos na predição do perfil de velocidade e fração de sólidos, utilizou-se o software ANSYS CFX 17.2 para simular o leito. Os resultados mostraram que os modelos de arraste desempenham papel importante na representação do escoamento deste tipo de processo. Além disso, notou-se a necessidade de modelos mais eficientes para representar regiões densas de escoamento.

Palavras-chave:

EMMS, Gidaspow, perfil de velocidade, riser.

1. INTRODUÇÃO

Os reatores de leito fluidizado são utilizados industrialmente para promover o contato entre um fluido e uma fase dispersa devido à sua excelente taxa de mistura, e consequentemente elevadas taxas de troca térmica e mássica. A eficiência deste tipo de processo está ligada no controle do regime de fluidização, a fim de manter a fase dispersa homogênea no reator.

Devido a importância dos leitos fluidizados, diversos estudos têm usado a técnica de fluidodinâmica para simular o escoamento multifásico a fim de estudar os fenômenos que ocorrem no interior deste tipo de equipamento. Desta forma, para representar o regime de escoamento no leito diferentes modelos e abordagens matemáticas são encontradas, principalmente modelos para representar a força de arraste exercida na partícula pelo fluido.

O objetivo deste estudo foi verificar a influência dos modelos de arraste sobre o perfil de velocidade e fração de sólidos em um leito fluidizado gás-sólido. Além disso, os resultados foram comparados com os resultados experimentais reportados Parssinen e Zhu (2001).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se o software ANSYS CFX17.2 para simular um escoamento tridimensional gás-sólido a frio. Foi utilizada uma abordagem Euleriana-Euleriana para descrever o fluxo gás-sólido do

1 Pesquisador, IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre. E-mail: daniel.pelissari@ifsulde Minas.edu.br.

2 Orientador, UNICAMP. E-mail: mori@feq.unicamp.br.

riser de FCC, no qual as duas fases são tratadas como contínuas e interpenetráveis. Assim, as equações de conservação de momento. Foram comparados três modelos de arraste, os quais são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Modelos de Arraste

$\beta = \begin{cases} 150 \frac{\varepsilon_s^2 \mu_g}{\varepsilon_g d_s^2} + \frac{7}{4} \frac{ u_s - u_g \varepsilon_s \rho_g}{d_s} & \varepsilon_g < x \\ \frac{3}{4} C_D \frac{ u_s - u_g \varepsilon_s \varepsilon_g \rho_g f(\varepsilon_g)}{d_s} & \varepsilon_g \geq x \end{cases} \quad (1)$	
$C_D = \begin{cases} 0.44 & Re_s > 1000 \\ \frac{24}{Re_s} [1 + 0.15(Re_s)^{0.687}] & Re_s < 1000 \end{cases} \quad (2)$	
Modelos de arraste	
Gidaspow	$x = 0.8$
	$f(\varepsilon_g) = \varepsilon_g^{-2.75}$
EMMS-Yang (YANG et al., 2003)	$x = 0.74$
	for $0.74 \leq \varepsilon_g \leq 0.82$
	$f(\varepsilon_g) = -0.576 + \frac{0.0214}{4(\varepsilon_g - 0.7463)^2 + 0.0044}$
	for $0.82 < \varepsilon_g \leq 0.97$
	$f(\varepsilon_g) = -0.0101 + \frac{0.0038}{4(\varepsilon_g - 0.7789)^2 + 0.0040}$
	for $\varepsilon_g > 0.97$
	$f(\varepsilon_g) = -31.8295 + 32.8295 \varepsilon_g$
EMMS-Shah (SHAH et al., 2015)	$x = 0.6$
	for $0.6 \leq \varepsilon_g \leq 0.8$
	$f(\varepsilon_g) = 1449.2\varepsilon_g^4 - 4692.4\varepsilon_g^3 + 5722.4\varepsilon_g^2 - 3117.2\varepsilon_g + 641.1$
	for $0.8 < \varepsilon_g \leq 0.98$
	$f(\varepsilon_g) = 124.77\varepsilon_g^4 - 474.59\varepsilon_g^3 + 681.97\varepsilon_g^2 - 439.94\varepsilon_g + 108.15$
	for $\varepsilon_g > 0.98$
	$f(\varepsilon_g) = -29.739 + 30.739 \varepsilon_g$

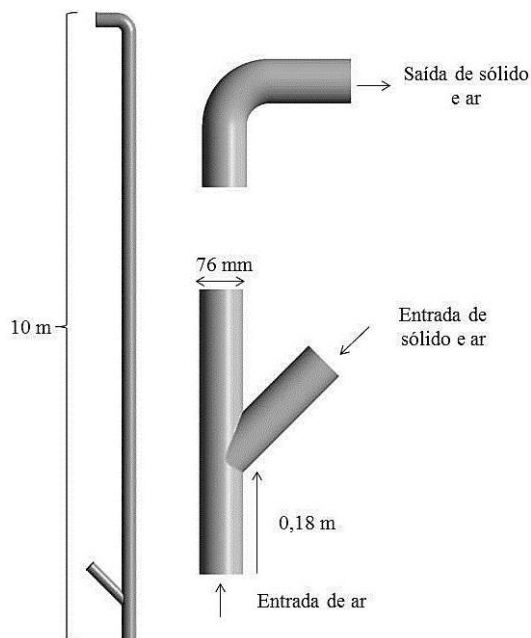
O presente trabalho comparou os dados simulados com os dados experimentais reportados por Pärssinen & Zhu (2001), os quais reportaram dados de velocidade e fração de sólidos ao longo do riser do leito. Na Figura 1 são mostrados os detalhes da geometria do leito fluidizado simulado. Na Tabela 2 são apresentadas os parâmetros e condições utilizados na simulação.

Tabela 2 - Condições operacionais e propriedades das espécies (Parssinen e Zhu, 2001).

Sólido	
Densidade do sólido	1500 kg/m ³
Diâmetro do sólido	67 µm
Fração de empacotamento	0,63
Entrada de ar	
Velocidade	8 m/s
Fração volumétrica de ar	1
Fração volumétrica de sólido	0
Entrada de sólido	

Fluxo mássico	300 kg/m ² s
Fração volumétrica de ar	0,4
Fração volumétrica de sólido	0,6

Figura 1 - Geometria e dimensões do riser utilizado por Pärssinen & Zhu (2001).



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

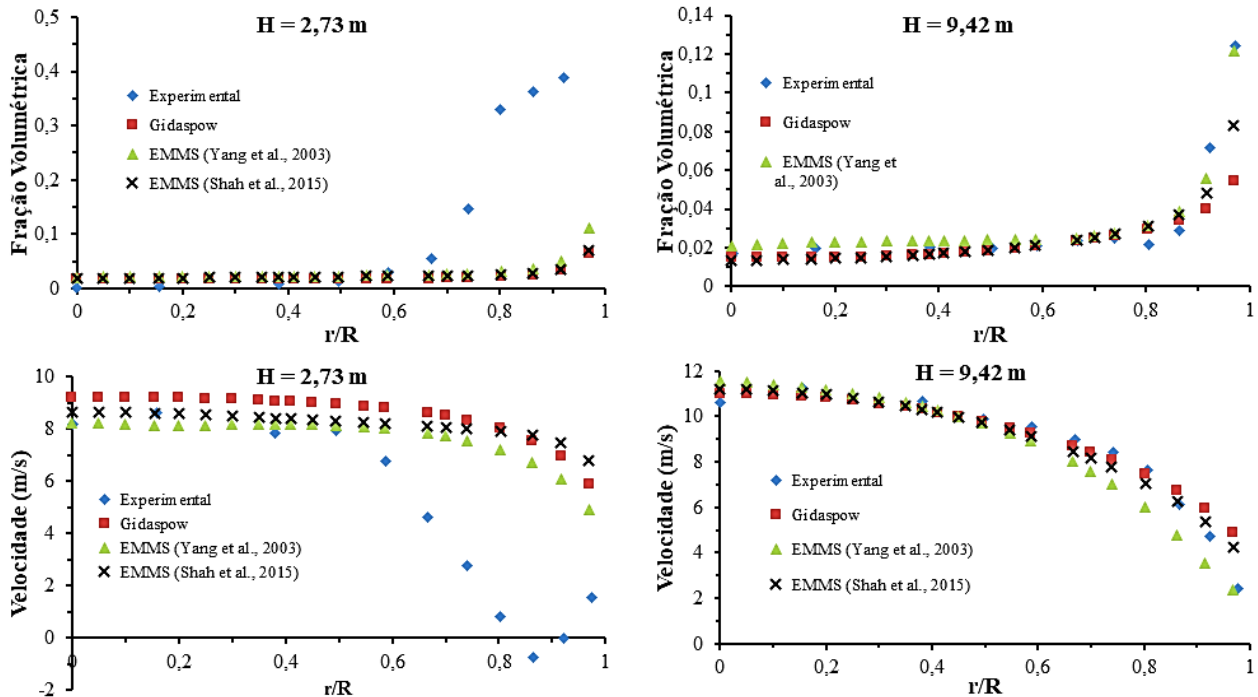
Na Figura 2 são mostrados os perfis radiais de fração de sólidos e velocidade na região densa (2,73 m) e na região diluída (9,42 m). Na altura de 2,73 m nenhum dos modelos conseguiu prever de forma satisfatória o perfil de fração de sólidos e de velocidade. Contudo, observa-se que o modelo de arraste de EMMS-Yang capturou uma maior quantidade de sólidos próximos à parede e representou de forma mais satisfatória a queda de velocidade em direção a parede. O modelo de EMMS-Shah apresentou resultados intermediários entre os outros modelos testados.

Na altura de 9,42 m, região na qual o escoamento é diluído, a diferença entre os dados experimentais e simulados diminuiu para todos os modelos de arraste, dado este que corrobora com os dados da literatura. Observa-se que, em relação a fração de sólidos, o modelo EMMS-Yang representou melhor o perfil de sólidos do que o modelo de Gidaspow e EMMS-Shah, principalmente próximo à parede. O modelo EMMS-Shah apresentou novamente um comportamento intermediário, apresentando valor de fração de sólidos semelhantes ao modelo de Gidaspow na região central e valores entre os modelos de Gidaspow e EMMS-Yang próximo à parede.

O perfil de velocidade na altura de 9,42 m foi representado de forma satisfatória e semelhantes por todos os modelos até um r/R igual a 0,6. A partir deste valor, os modelos de arraste apresentaram perfis distintos. O modelo de Gidaspow capturou a menor queda de velocidade em relação à parede,

enquanto o modelo EMMS-Yang capturou a maior. O modelo EMMS-Shah apresentou resultados intermediários novamente.

Figura 2 – Comparação dos perfis de fração volumétrica de sólidos e velocidade com os dados experimentais.



4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados pode-se concluir que o modelo de arraste tem papel importante na predição do regime de escoamento dos leitos fluidizados. Nenhum dos modelos conseguiu capturar os perfis experimentais na região densa do leito, mesmo os modelos EMMS, os quais são ditos como modelos heterogêneos. Na região diluída do escoamento todos os modelos conseguiram prever de forma satisfatória o perfil de velocidade e fração de sólidos, sendo notadas pequenas diferenças entre eles.

REFERÊNCIAS

- GIDASPOW, D. Multiphase flow and fluidization: Continuum and kinetic theory descriptions. **Academic Press**, San Diego, 1994
- PÄRSSINEN, J. H., ZHU, J. X. Axial and Radial Solids Distribution in a Long and High-Flux CFB Riser. **AIChE Journal**, vol. 47, n. 10, p. 2197-2205, 2001.
- SHAH, S., MYÖHÄNEN, K., KALLIO, S., HYPPÄNEN, T. CFD simulations of gas-solid flow in an industrial-scale circulating fluidized bed furnace using subgrid-scale drag models. **Particuology**, v. 18, p. 66-75, 2015.
- YANG, N., WANG, W., GE, W., LI, J. CFD simulations of concurrent up gas solid flow in CFB structure dependent drag coefficient. **Chemical Engineering Journal**, v.96, p.71-80, 2003.