



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PQI 3202 Fenômenos de Transporte I

Ardson dos Santos Vianna Júnior - ASVJ
e-mail: ardson@usp.br





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Aula Turbulência – Modelos

PQI 3202 Fenômenos de Transporte I



Roteiro

Spalding

Roteiro clássico

Modelos no Fluent

Conclusões





1 Spalding

Spalding -
turbulência

NOKFOS is an
acronym which
stands for "*NObody
Knows FOr Sure*"



2 RANS

Tensor de
Reynolds

Aproximação
de
Boussinesq

Comprimento
de mistura

Zero
Uma
Duas
equações



2.1 Algébricos

- Não envolvem equações diferenciais
 - LVEL
 - Comprimento de mistura de Prandtl



2.2 Diferenciais

- Uma equação: Spalart e Allmaras (1992)
- Duas equações: k-e, k-w, k-l



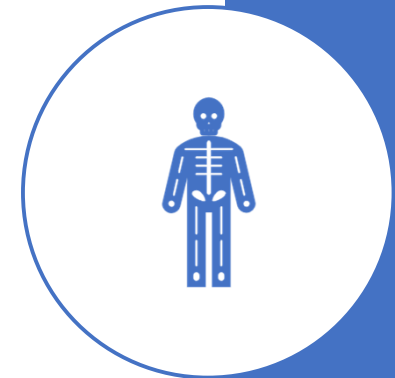
2.3 Tensor de Reynolds

- Não usam a aproximação de Boussinesq
- tensões turbulentas são modeladas diretamente
- Tempo computacional



2.4 Modelos Não lineares de Viscosidade Turbulenta

- simplicidade de modelos de viscosidade turbulenta e a precisão de modelos de tensões de Reynolds
- Rodi (1976)
- Relações não lineares entre tensor e μ_t
- Relações algébricas (ASM): não homogêneos



3 TURBULENCE MODELS IN FLUENT

- Spalart-Allmaras
- κ - ϵ padrão
- κ - ϵ RNG – renormalizado
- κ - ϵ realizable
- κ - ω
- κ - ω SST (*shear stress transport*)



3 TURBULENCE MODELS IN FLUENT

- RSM (Reynolds Stress model)
 - Launder-Reece-Rodi,
 - Speziale-Sarkar-Gatski Stress- ω



3 TURBULENCE MODELS IN FLUENT

- LES
 - Smagorinsky-Lilly
 - WALE (*wall-adapting local eddy*)
 - Smagorinsky-Lilly dinâmico
 - Transporte de energia cinética dinâmico
 - (Gidaspow)
- DES: detached eddy simulation
(separado)





3 TURBULENCE MODELS IN FLUENT

- Leis de parede
 - Launder-Spalding
 - Parede em não-equilíbrio



| Model | Strengths | Weaknesses |
|------------------------------|---|--|
| Spalart-Allmaras | Economical (1-eq.); good track record for mildly complex B.L. type of flows. | Not very widely tested yet; lack of submodels (e.g. combustion, buoyancy). |
| STD k-ε | Robust, economical, reasonably accurate; long accumulated performance data. | Mediocre results for complex flows with severe pressure gradients, strong streamline curvature, swirl and rotation. Predicts that round jets spread 15% faster than planar jets whereas in actuality they spread 15% slower. |
| RNG k-ε | Good for moderately complex behavior like jet impingement, separating flows, swirling flows, and secondary flows. | Subjected to limitations due to isotropic eddy viscosity assumption. Same problem with round jets as standard k-ε. |
| Realizable k-ε | Offers largely the same benefits as RNG but also resolves the round-jet anomaly. | Subjected to limitations due to isotropic eddy viscosity assumption. |
| Reynolds Stress Model | Physically most complete model (history, transport, and anisotropy of turbulent stresses are all accounted for). | Requires more cpu effort (2-3x); tightly coupled momentum and turbulence equations. |



4 Conclusões

- *"NObody Knows FOr Sure"*
- Roteiro clássico;
- Fluent



Referências

- Wilcox, D.C., *Turbulence Modeling for CFD*, 3rd ed., 2006;
- <http://www.bakker.org/dartmouth06/engs150/>
- http://www.cfd-online.com/Wiki/RANSbased_turbulence_models

