



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



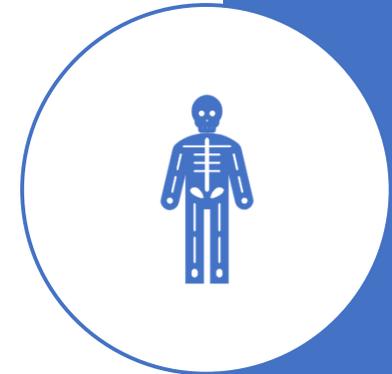
2.3 Tensor de Reynolds

- 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

