



Disciplina: Método de Lattice Boltzmann em Acústica	Código: EMC 410190
Área(s) de Concentração: Vibrações e Acústica	
Carga Horária Total: 30h	Nº de Créditos: 2
Teórica: 15h	Classificação: Normal
Prática: 15h	Bimestre (s): 3º
Professor: Andrey R. da Silva	

Pré-requisitos:

Código	Disciplina

Ementa:

Aspectos históricos e revisão do paradigma de métodos computacionais em aeroacústica; Introdução ao método baseado na dinâmica da partícula; Teoria cinética dos gases; Introdução ao método de lattice Boltzmann, Condições de contorno sólidas e anecóicas; Condições de contorno não-alinhadas e movediças.; Esquemas de axissimetria para LBM; Associação de LBM com o método das diferenças finitas; Métodos com múltiplos tempo de relaxação em LBM; Esquemas de alta ordem.

Programa:

- **Semana 1**
 - Apresentação da disciplina e sua ementa;
 - diferenças fundamentais entre CFD e CAA;
 - Paradigma dos métodos computacionais em aeroacústica;
 - Introdução à teoria cinética dos gases;
 - Funções de distribuição e seus momentos;
 - Relação entre propriedades mesoscópicas e macroscópicas de um fluido.

- **Semana 2**
 - Introdução à teoria cinética dos gases: parte 2; - Equação de Boltzmann;
 - Expansão de Chapman-Enskog;
 - Teorema H de Boltzmann;

- **Semana 3**
 - Método de lattice Boltzmann;
 - Esquemas espaciais e suas constantes;
 - Esquema de tempo de relaxação simples - Modelo LBGK;
 - Apresentação do exercício 1: Modelagem de uma fonte sonora do tipo monopólio em um fluido estagnante.

- **Semana 4**
 - Condições de contorno abertas - Condição anecóica;
 - Fronteiras sólidas em um fluido: Condição *bounce-back* simples;
 - Apresentação do exercício 2: Modelagem de um *muffler* acústico com efeito convectivo.

- **Semana 5**
 - Condição de contorno para paredes não alinhadas com o grid;
 - Condição de contorno para paredes movediças;
 - Apresentação do exercício 3: Modelagem de uma viga em balanço em um meio estagnante.

- **Semana 6**
 - Modelo axissimétrico de Halliday et al.

- Modelo axissimétrico de Reis et al.
- Modelo axissimétrico de Luo e Shin.
- Apresentação do exercício 4: Análise da acústica interna de um *nozzle*.

- Semana 7

- Formulação de superfície de Ffowcs Williams e Hawkings bi-dimensional;
- Apresentação do exercício 4: Análise da acústica da diretividade de um *nozzle*

- Semana 8

- Outros modelos de LBM
- Modelos com múltiplos tempos de relaxação;
- Esquemas estatísticos para geração de sub malha.

Forma de Avaliação:

- Relatório 1 - 20% da nota final
- Relatório 2 - 20% da nota final
- Relatório 3 - 20% da nota final
- Relatório 4 - 20% da nota final
- Relatório 5 - 20% da nota final

Bibliografia:

M. Bouzidi, M. Firdaouss, and P. Lallemand. Momentum transfer of a boltzmann-lattice fluid with boundaries. *Physics of Fluids*, 13(11):3452–3459, 2001.

A. R. da Silva, G. P. Scavone, and A. Lefebvre. Sound reflection at the open end of axisymmetric ducts issuing a subsonic mean flow: A numerical study. *Journal of Sound and Vibration*, 327:507–528, 2009.

Z. Guo and C. She. *Lattice Boltzmann and its Application in Engineering*. World Scientific Press, Oxford, 2013.

I. Halliday, L. A. Hammond, C. M. Care, K. Good, and A. Stevens. Lattice boltzmann equation hydrodynamics. *Phys. Rev. E*, 64:011208, 2001.

Phys. Rev. E, 64:011208, 2001.

P. Lallemand and L. S. Luo. Lattice boltzmann method for moving boundaries. *Journal of Computational Physics*,

184:406–421, 2003.

S. T. Lee, H. Huang, and C. Shu. An axisymmetric incompressible lattice bgk model for simulation of the pulsatile.

Int. J. Numer. Meth. Fluids, 49:99–116, 2005.

D. P. Lockard. An efficient, two-dimensional implementation of the ffwcs williams and hawkings equation. *Journal*

of Sound and Vibration, 229:897–911, 2000.

T. Reis and T. N. Phillips. Modified lattice boltzmann model for axisymmetric flows. *Phys. Rev. E*, 75:056703, 2007.

T. Reis and Phillips N. T. Erratum: Modified lattice boltzmann model for axisymmetric flows. *Phys. Rev. E*, 75(05670), 2007.

A. R. da Silva and G. P. Scavone. A hybrid approach for simulating clarinetlike systems involving the lattice boltzmann method and a finite difference scheme (a). *Journal of the Acoustical Society of America*, 120:3362, 2006.

S. Succi. *The Lattice Boltzmann Equation for Fluid Dynamics and Beyond*. Oxford University Press, Oxford, 2001. D. A. Wolf-Gladrow. *Lattice Gas Cellular Automata and Lattice Boltzmann Models: An Introduction*. Lecture Notes in Mathematics. Springer, Berlin / Heidelberg, 2004.