



## **Disciplina: IQ121-Sistemas Particulados**

---

**Responsável:** Dirceu Noriler ([dnoriler@unicamp.br](mailto:dnoriler@unicamp.br))

**Período:** 2 semestre de 2022

**Estrutura:** Aulas teóricas e discussões em grupo sobre o tema

**Avaliação:** Seminários e trabalhos individuais

**Programa:**

### Introdução

A maior parte dos processos químicos de importância industrial envolve a produção, uso ou manuseio de material na forma de partículas. Alguns exemplos são os processos de separação sólido-fluido, formação de partículas (cristalização), sistemas de spray e de atomização, cominuição, reações químicas catalíticas, entre outros. Atualmente, têm tido interesse crescente as emissões de material particulado para a atmosfera, resultando na formação de aerossóis com diferentes características.

Em face desse interesse, o curso visa apresentar os fundamentos de sistemas particulados, bem como aplicações de interesse em processos químicos e na área ambiental. Os fundamentos apresentados podem ser utilizados na análise, projeto e otimização de sistemas de processamento de material particulado, assim como no estudo e controle de emissões atmosféricas.

### Tópicos abordados no curso

1. Propriedades e características de partículas.  
Características de partículas. Distribuição de tamanhos de partículas. Métodos de medição de tamanhos de partícula.
2. Propriedades de escoamentos de fases dispersas.  
Meios contínuos. Concentrações e densidades de fases dispersas. Tempos de resposta. Acoplamento de fases.
3. Fluidodinâmica de partículas sólidas.  
Equação do movimento da partícula. Lei de Stokes. Movimento acelerado da partícula.
4. Fluidodinâmica de partículas de aerossóis.  
Partícula de aerossol submetida a campo externo. Movimento browniano de partículas de aerossóis. Escoamento de fase contínua e aerossóis.
5. Transporte de massa em partículas de aerossóis.  
Transferência de calor e massa. Transporte de massa com reação química. Escalas de tempos de reação e difusão.
6. Colisão e coagulação de partículas.  
Colisão de partículas. Mecanismos de coagulação.
7. Equacionamento para modelos de fases contínuas.  
Processos de média volumétrica. Equações de conservação para médias volumétricas: quantidade de movimento e energia.
8. Métodos computacionais para sistemas particulados e sistemas multifásicos – balanços populacionais.  
Formulação e orientação quanto à solução de equações para escoamento e balanços populacionais, aplicados a sistemas de interesse.

**Referências:**

ALLEN, T. Particle size measurement. 5a. Ed. Chapman & Hall, New York, 1997.

CROWE, C.T., SCHWARSKOPF, J.D., SOMMERFELD, M., TSUJI, Y. Multiphase flows with droplets and particles. 2nd. Ed., CRC Press, 2012.

- FRIEDLANDER, S.K., Smoke, dust, and Haze: fundamentals of aerosol dynamics. 2nd. Ed Oxford Univ. Press, 2000.
- FRITSCHING, U. Process-Spray: Functional particles produced in spray processes. Springer, 2016.
- FUCHS, N.A. The mechanics of aerosols. Dover Edition, 1989.
- GIDASPOW, D. Multiphase flow and fluidization. Acad. Press, 1997.
- HINDS, W.C. Aerosol Technology. John Wiley, 1999.
- KUNII, D. e LEVENSPIEL, O. Fluidization Engineering. 2a. Ed., Butterworth - Heinemann, 1991.
- MARCHISIO, D.L., FOX, R.O. Computational Models for Polydisperse Particulate and Multiphase Systems. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K., 2013.
- MASSARANI, G., Fluidodinâmica em Sistemas Particulados. 2a ed. E-papers, 2002.
- MERKUS, H.G. Particle Size Measurements. Springer, 2009.
- RAMKRISHNA, D. Population balances: theory and applications to particulate systems engineering. Academic Press, San Diego, 2000.
- RANDOLPH, A.D., LARSON, M.A. Theory of particulate processes. 2a. Ed. Academic Press, San Diego, 1988.
- SEINFELD, J.H., PANDIS, S.N. Atmospheric Chemistry and Physics: from air pollution to climate change. 2nd. Ed. John Wiley, 2006.
- SEVILLE, J.P.K., WU, C-Y. Particle Technology and Engineering: an Engineer's Guide to Particles and Powders: Fundamentals and Computational. Butterworth-Heinemann, 2016.