



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**  
**ESCOLA DE QUÍMICA**



<b>Código Disciplina/Nome:</b> <b>EQE 400- Modelagem e Dinâmica de Processos</b>
<b>Tipo:</b> Disciplina Obrigatória
<b>Carga Horária Teórica :</b> 45 h <b>Prática:</b> h
<b>Cursos :</b> Engenharia Química, Engenharia de Alimentos e Engenharia de Bioprocessos.
<b>Pré-requisito:</b> Métodos Numéricos (EQE-358) e Cinética Química e Reatores (EQE-364)
<b>Créditos:</b> 03
<b>Objetivo:</b> Introduzir conceitos de modelagem estática e dinâmica pela aplicação de leis fundamentais e métodos empíricos para simulação de processos e operações químicas e bioquímicas.
<b>Ementa:</b> Modelagem matemática de processos químicos. Balanços de massa e energia. Sistemas simples e multicomponentes. Modelos estáticos. Parâmetros agrupados e parâmetros distribuídos. Modelos dinâmicos: sistemas lineares. Respostas de sistemas lineares e perturbações. Análise frequencial. Sistemas discretos no tempo. Modelos não-lineares. Balanços populacionais.
<b>Conteúdo Programático:</b> 1. Modelagem matemática de processos químicos. Conceitos de modelagem e simulação. Métodos e técnicas modernas de simulação. Classificação e usos de modelos na engenharia química. (2 h) 2. Balanços de massa e energia. Aplicação de leis fundamentais de conservação a estados permanentes e estados transientes. Obtenção de modelos macroscópicos por balanços de massa, energia e quantidade de movimento. (3 h) 3. Modelos Estáticos de operações e processos. Simulação e métodos de resolução de modelos estáticos. (3 h) 4. Parâmetros agrupados e parâmetros distribuídos. Aplicações em processos químicos e bioquímicos. (2 h) 5. Modelos Dinâmicos: Sistemas Lineares. Técnicas de Linearização. Técnicas de perturbação. Transformada de Laplace. Conceito de Funções de Transferência e Diagramas de Blocos. Álgebra de Diagrama de Blocos. Sistemas Lineares de 1ª e 2ª ordem. Sistemas Lineares combinados e com tempo morto. (9 h) 6. Respostas de Sistemas Lineares a perturbações. Análise de perturbações degrau, rampa e pulso. Aplicações a processos químicos e bioquímicos. (4 h) 7. Análise frequencial. Análise em frequência de processos simples e sistemas combinados. Diagramas de Bode e Nyquist. Aplicações. (4 h) 8. Identificação de processos. Métodos de determinação de parâmetros. Identificação de processos no domínio de frequência. Aplicações a processos químicos e bioquímicos. (5 h)

9. Análise de sistemas discretos no tempo. Sinais de amostragem. Conversão de modelos contínuos para discretos no tempo. Transformada Z. Dinâmica de sistemas discretos no tempo. (4 h)
10. Modelos não-lineares. Simulação. Ferramentas e métodos de resolução de modelos dinâmicos em computadores. (3 h)
11. Estabilidade de Sistemas Dinâmicos. Critérios de estabilidade. Planos de fase e diagramas de bifurcação. (3 h)
12. Balanços populacionais. Formulação de modelos de balanços populacionais. Funções de nascimento e morte. Solução de problemas populacionais. (3 h)

**Bibliografia Recomendada (no mínimo 3)**

1. BEQUETTE, B.W., Process Dynamics. Modeling, Analysis and Simulation. Prentice-Hall, 1998.
2. SEBORG, D.E., EDGARD, T.F., MELLICHAMP, D.A., Process Dynamics and Control, John Wiley & Sons, 3<sup>rd</sup>. Edition, 2011.
3. OGUNNAIKE, B.A. e RAY, W.H., Process Dynamics, Modeling and Control. Oxford University Press, Oxford, 1994.

**Bibliografia Complementar ( no mínimo 5)**

1. HIMMELBLAU, D.M. & BISCHOFF, K.B., Process Analysis and Simulation, John Wiley, 1976.
2. STEPHANOPOULOS, G., Chemical process Control an Introduction to Theory and Practice, Prentice Hall, 1984.
3. COUGHANOWR, D. R. Process System Analysis and Control. 2<sup>nd</sup> Ed. McGraw-Hill International Editions, 1991.
4. LUYBEN, W.L., Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers. Mc-Graw-Hill, 1990.
5. MARLIN, T.E., Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance, 2nd Ed, McGrawHill, 2000.
6. SMITH, C.A. CORRIPPIO, A.B., Principal and Practice of Automatic Process Control, John Wiley, 1985.
7. LJUNG, L.; GLAD, T., Modeling of Dynamic Systems. PTR Prentice Hall, 1994.
8. RAMKRISHNA, D., Population Balances. Theory and Applications to Particulate Systems in Engineering. Academic Press, 2000.
9. VALDMAN, B., FOLLY, R.O.M. e SALGADO, A. Dinâmica, Controle e Instrumentação de Processos, Editora UFRJ, 2008.
10. DE SOUZA JR., M.B. e TRICA, D. J., Introdução a Modelagem e Dinâmica para Controle de Processos, Publit, 2013.
11. NUNES, G.C., MEDEIROS, J. L, ARAÚJO, O.Q.F., Modelagem e Controle na Produção de Petróleo - Aplicações em Matlab, Editora Edgard Blucher, 2010.
12. HOLLAND, C.D. & LIAPIS, A.I., Computer Methods for Solving Dynamic Separation Problems, McGraw-Hill, 1983.