

# **EQE 596 - Engenharia de Processos**

**Crédito:** 04

**Carga Horária Total:** 60h

**Carga Horária Teórica:**60h

**Carga Horária Prática:** 00

## **Requisitos:**

### **Obrigatório:**

**Recomendado:** EQE 363 - Termodinâmica I

EQE 365 - Cinética e Cálculo de Reatores

EQE 483 - Operações Unitárias II

## **Tipo:**

Disciplina obrigatória para o curso de Engenharia Química

## **Objetivos:**

Integrar os conhecimentos adquiridos em disciplinas isoladas em torno do processo químico. Tratar o processo químico como um sistema. Utilizar ferramentas modernas de projeto e de análise de processos. Abordar problemas em aberto que demandam procedimentos lógicos e numéricos para a sua resolução.

## **Ementa:**

O processo como um sistema. As etapas da criação de um processo. Síntese de processo. Geração de rotas químicas e de fluxogramas otimizados de sistemas de reação, separação. Integração energética e de controle. Sistemas especialistas. Métodos de otimização. Análise de processo: aplicação de métodos numéricos de resolução de sistemas algébricos, de otimização e de avaliação econômica, ao dimensionamento ótimo e a simulação de processos. Técnicas computacionais aplicadas à análise e à síntese de processos.

## **Programa:**

### **1. Introdução Geral.**

Sistema: conceito e exemplos em diversos campos do conhecimento. O processo como um sistema. Os sub-sistemas de reação, de separação, de integração material e energética e de controle. O projeto como um problema de otimização decomposto em três sub-problemas interdependentes: seleção de rota química, concepção do fluxograma (síntese), dimensionamento, otimização e simulação (análise). Estratégia geral de resolução do problema de projeto. Os objetivos e a estruturação da disciplina Engenharia de Processo (2 h)

### **2. Introdução à Análise de Processos.**

A natureza numérica do problema de análise. Metodologia de análise de sistemas. Modelos matemáticos. Elementos de informação nos modelos: equações, variáveis especificadas, calculadas e de projeto. Graus de liberdade, multiplicidade de soluções, otimização. Ferramentas básicas para

análise de processos: cálculo de equipamentos, termodinâmica, avaliação econômica, métodos numéricos e computação. (2 h)

### **3. Avaliação Econômica.**

Níveis de precisão exigidos nas sucessivas etapas do projeto. Critérios de avaliação econômica. Estimativas preliminares de custos de investimento e de operação. (2 h)

### **4. Otimização.**

A origem do problema de otimização os graus de liberdade do projeto. Conceitos preliminares: função objetivo, variáveis de projeto, restrições, região viável, sensibilidade. Métodos simples de otimização univariável (Ex.: Seção Áurea) e multivariável (Ex.: Hooke & Jeeves, Simplex). (6 h)

### **5. Resolução de Modelos de Equipamentos.**

Estrutura de informação dos modelos. Fluxo de informação e estratégias de cálculo em problemas de dimensionamento e de Simulação. Emprego de métodos numéricos de resolução de equações e de sistemas de equações. Partição dos modelos em sub-sistemas acíclicos e cíclicos. Abertura de ciclos de informação. (6 h)

### **6. Otimização e Simulação de Processos.**

Estrutura de fluxogramas de processos. Localização e abertura de ciclos (“tearing”). Problemas de dimensionamento e de simulação. Procedimentos modular e global (por equações). Estrutura de programas executivos. (8 h)

### **7. Introdução à Síntese de Processos.**

A natureza combinatória do problema de síntese. Multiplicidade de soluções. Métodos heurísticos, evolutivos e algorítmicos. Decomposição do problema de síntese do processo em sub-problemas interdependentes de síntese dos sistemas de reação, de separação, de integração material preliminar (embrião). (4 H0)

### **8. Síntese de Sistemas de reação.**

Escolha do tipo de reator. Dimensionamento preliminar. (2 h)

### **9. Síntese de Sistemas de Separação.**

Escolha do tipo de processo de separação em função da mistura. Métodos aproximados de dimensionamento. Aplicação dos procedimentos de síntese a sequências de separadores. (8 h)

### **10. Síntese de Sistemas de Integração Energética.**

Identificação de correntes quentes e frias. Análise termodinâmica e identificação de gargalos (“pinchs”) energéticos no processo. Aplicação dos procedimentos de síntese a redes de trocadores de calor. (8h)

### **11. Síntese de Sistemas de Controle.**

Identificação e classificação das variáveis do processo Aplicação dos procedimentos de síntese a malhas de controle. (2 h)

### **12. Síntese do Processo.**

Unificação da síntese dos sub-sistemas na síntese do fluxograma do processo. Exame de alternativas plausíveis. (6 h)

### 13. **Sistemas de Processos.**

Os elementos da estrutura de um setor da indústria química: matérias primas, produtos intermediários, produtos finais, processos de produção, coeficientes técnicos, custos. Estruturação e análise de conjuntos de processos. ( 4 h)

### **Bibliografia :**

1. RUDD & WATSON: Strategy of Process Engineering. Wiley, 1968.
2. POWERS, RUDD & SIIROLA: Process Synthesis. Prentice-Hill, 1973.
3. DOUGLAS: The Conceptual Design of Chemical Processes. McGraw-Hill, 1988.