



## Plano de Ensino para o Ano Letivo de 2020

IDENTIFICAÇÃO		
Disciplina: Engenharia das Reações Químicas		Código da Disciplina: EQM303
Course: Chemical Reaction Engineering		
Materia: Ingeniería de las Reacciones Químicas		
Periodicidade: Anual	Carga horária total: 160	Carga horária semanal: 02 - 02 - 00
Curso/Habilitação/Ênfase: Engenharia Química Engenharia Química Engenharia Química	Série: 4 3 3	Período: Noturno Diurno Noturno
Professor Responsável: Jose Alberto Domingues Rodrigues	Titulação - Graduação Engenheiro Químico	Pós-Graduação Livre Docente
Professores: Giovanna Lovato Jose Alberto Domingues Rodrigues Roberta Albanes Toretta Suzana Maria Ratusznei	Titulação - Graduação Engenheiro Químico Engenheiro Químico Engenheiro Químico Engenheiro Químico	Pós-Graduação Doutor Livre Docente Doutor Doutor
OBJETIVOS - Conhecimentos, Habilidades, e Atitudes		
<p>O objetivo dessa disciplina é fornecer ao aluno do curso Engenharia Química condições para analisar os reatores químicos presentes em processos químicos industriais, com base nos fundamentos de fenômenos físicos e químicos, visando desenvolver a capacidade de projetar e otimizar sistemas que envolvam princípios de transformação química.</p> <p>Nesse contexto, considerando-se as partes teórica e prática da disciplina, faz-se uma associação dos principais objetivos com as categorias de aprendizagem, ou seja, os conhecimentos, as habilidades e as atitudes.</p> <p>(i) Conhecimentos</p> <p>C1 - Fundamentos de estequiometria, termodinâmica e cinética;  C2 - Formulação da equação de conservação de massa (balanço de massa ou molar) e da equação de conservação de energia (balanço de energia);  C3 - Estudo cinético de sistemas químicos pelo uso de reatores homogêneos, ideais e isotérmicos operados nos modos batelada, contínuo e semi-contínuo;  C4 - Projeto de reatores homogêneos ideais e não ideais, isotérmicos e não isotérmicos, aplicados a sistemas químicos com reações simples e complexas, operados nos modos batelada, contínuo e semi-contínuo.</p> <p>(ii) Habilidades</p> <p>H1 - Aplicar os conceitos de estequiometria, termodinâmica e cinética ao</p>		



projeto de reatores químicos;

H2 - Compreender a síntese da equação de conservação de massa (balanço de massa ou molar) e da equação de conservação de energia (balanço de energia), discernindo sobre os termos que as compõem e as aplicações em projeto de reatores químicos;

H3 - Analisar e projetar reatores químicos pelo uso dos balanços molar e de energia e sua resolução por métodos numéricos, relacionando o projeto de reatores químicos como etapa da engenharia de processos (planta química).

(iii) Atitudes

A1 - Interpretar os aspectos fenomenológicos que originam o equacionamento matemático do reator e sua posterior resolução numérica, relacionando a causa e efeito entre o dimensionamento do reator químico e as variáveis de processo.

#### EMENTA

Motivação ao estudo da engenharia das reações químicas - cálculo de reatores. Aspectos de química sobre termodinâmica, cinética e estequiometria aplicados ao projeto de reatores. Projeto de reatores ideais e isotérmicos - reações simples. Aplicação de reatores a estudos cinéticos de processos. Projeto de reatores ideais e isotérmicos - reações complexas. Projeto de reatores ideais e não-isotérmicos - reações simples e complexas. Projeto de reatores não-ideais - isotérmicos e não-isotérmicos - reações simples e complexas.

#### SYLLABUS

Motivation to study the engineering of chemical reactions - calculation of reactors. Aspects of chemistry on thermodynamics, kinetics and stoichiometry applied to the design of reactors. Project of isothermal ideal reactors - simple reactions. Application of the reactor kinetic studies of processes. Project of isothermal ideal reactors - complex reactions. Project of ideals and non-isothermal reactors - simple and complex reactions. Project of non-ideal reactors - isothermal and non-isothermal - simple and complex reactions.

#### TEMARIO

Motivación al estudio de ingeniería de las reacciones químicas - cálculo de los reactores. Aspectos de la química en la termodinámica, la cinética y la estequiometría aplicado al proyecto de reactores. Proyecto de reactores isotérmicos ideales - reacciones simples. Aplicación de los reactores al estudios cinéticos de los procesos. Proyecto de reactores ideales isotérmicos - reacciones complejas. Proyecto de reactores ideales no isotérmicos - reacciones simples y complejas. Proyecto de reactores no ideales - isotérmico y no isotérmico - reacciones simples y complejas.



### ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM - EAA

Aulas de Teoria - Sim

Aulas de Exercício - Sim

### LISTA DE ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM

- Project Based Learning

- Sala de aula invertida

### METODOLOGIA DIDÁTICA

Visando ao alcance dos objetivos determinados para a disciplina, as atividades propostas são as seguintes:

- (a) Parte teórica: aulas expositivas e de exercícios exemplos, utilizando a técnica pedagógica de aprendizagem ativa denominada "aula invertida";
- (b) Parte prática: aulas de exercícios e de projetos, utilizando a técnica pedagógica de aprendizagem ativa denominada "aprendizado baseado em projetos".

Vale ressaltar o destaque dado para o auxílio computacional (Software Microsoft Excel) ao longo do curso na resolução de exercícios e de trabalhos (atividades de projeto). Além disso, faz-se uso do Moodle como apoio ao ensino presencial.

Os referidos trabalhos (atividades de projeto) são avaliados por apresentações orais (com auxílio computacional - Software Microsoft PowerPoint) e relatórios técnicos (com auxílio computacional - Software Microsoft Word), elaborados conforme normas apresentadas no início do curso. As normas de elaboração dos relatórios são baseadas no padrão ABNT de elaboração de relatórios técnico-científicos.

### CONHECIMENTOS PRÉVIOS NECESSÁRIOS PARA O ACOMPANHAMENTO DA DISCIPLINA

Os conhecimentos prévios necessários para o aproveitamento da disciplina são divididos em tópicos relacionados às disciplinas já cursadas:

- (1) Matemática e física: conceitos de cálculo diferencial e integral, de algoritmos significativos e de medidas físicas experimentais;
- (2) Química: conceitos de físico-química (estequiometria, termodinâmica e cinética química) e de química orgânica, inorgânica e analítica;
- (3) Estatística: conceitos de erros, de ajuste de equações (regressões), de sensibilidade de variáveis de processo e de critérios estatísticos de validação de modelos matemáticos;
- (4) Computação: utilização de planilhas para resolução de equações algébricas e diferenciais, com a posterior síntese de gráficos, tabelas e análise estatística;
- (5) Fundamentos de engenharia de processos: fluxogramas e instrumentação industrial, balanço material e de energia com reação química, conceitos de transferência de calor e de massa, conceitos dos principais equipamentos envolvidos com aspectos de transferência de quantidade de movimento (agitação e fluxo de líquidos e gases), de energia (trocadores de calor), de massa (destilação, absorção e adsorção) e de separações (envolvendo as fases gás-líquido-sólido);



(6) Português: leitura e interpretação de textos (livros, listas de exercícios, enunciados de trabalhos e provas), além da apresentação oral e escrita de relatórios resultantes das atividades de laboratório e de projeto (parte prática);

(7) Inglês: leitura básica e vocabulário técnico.

### CONTRIBUIÇÃO DA DISCIPLINA

A área de engenharia das reações químicas é entendida como a parte da química industrial cujos fundamentos físicos e químicos estejam relacionados à Engenharia Química. Vários exemplos são destacados, desde a produção de diversos produtos mais simples, como solventes, até os mais complexos, como os derivados de petróleo e os obtidos por sínteses orgânicas, os quais assumem importância cada vez maior.

Neste contexto, é de fundamental importância a capacitação deste profissional nos diversos tópicos considerados multi-disciplinares que formam o conteúdo desta área. Assim, tendo sempre como objetivo final a análise de processos químicos industriais, deve-se inicialmente considerar uma formação básica na área da química, com ênfase à termodinâmica e à cinética. Na sequência, a abordagem de temas como balanços material e de energia, fornecem a base para o cálculo de reatores, considerando a instrumentação necessária. Por fim, itens específicos, como reações simples e complexas, situações isotérmicas e não-isotérmicas, comportamento hidrodinâmico ideal e não-ideal complementam o estudo da disciplina.

Dessa forma, atinge-se o objetivo de fornecer condições para o projeto e a otimização de reatores químicos pela compreensão dos fenômenos fundamentais apresentados em linguagens física, química e matemática.

Além disso, as técnicas pedagógicas utilizadas na disciplina propiciam as oportunidades necessárias para o desenvolvimento da capacidade de organização (realização de tarefas individuais e em grupo), de criação (as tarefas são formatadas para permitir a execução de forma flexível), de comunicação (apresentação das tarefas realizadas nas formas oral e escrita), e de arguição (discussão das avaliações das tarefas).

### BIBLIOGRAFIA

#### Bibliografia Básica:

Felder, R.M.; Rousseau, R.W. Princípios Elementares de Processos Químicos. 3. Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2005.

Fogler, H.S. Elementos de Engenharia das Reações Químicas. 4. Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2009.

Levenspiel, O. Engenharia das Reações Químicas. 3. Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 2000.

**Bibliografia Complementar:**

Figueiredo, J.L. & Ribeiro, F.R. Catálise Heterogênea. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1987.

Fogler, H.S. Elementos de Engenharia das Reações Químicas. 3a Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2002.

Froment, G.F. & Bischoff, K.B. Chemical Reactor Analysis and Design. 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York, 1990.

Levenspiel, O. Engenharia das Reações Químicas - Cinética Química Aplicada (v. 1). 2a Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 1974.

Levenspiel, O. Engenharia das Reações Químicas - Cálculo de Reatores (v. 2). 2a Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 1974.

<b>AVALIAÇÃO (conforme Resolução RN CEPE 16/2014)</b>
---

Disciplina anual, com trabalhos e provas (quatro e duas substitutivas).

Pesos dos trabalhos:

$k_1$ : 0,5     $k_2$ : 0,5

Peso de MP( $k_p$ ): 0,7

Peso de MT( $k_T$ ): 0,3

<b>INFORMAÇÕES SOBRE PROVAS E TRABALHOS</b>
---

A avaliação é feita por meio de provas e trabalhos, os quais correspondem a 70% e 30%, respectivamente, no cálculo da média final.

As provas são realizadas sem consulta.

A programação da disciplina inclui a realização de 2 (dois) trabalhos:

T1 e T2 - Atividade prática semestral: trata-se de avaliação referente à execução de projetos (multi-inter-disciplinares) envolvendo o conteúdo do semestre, realizada em grupo de 4-6 alunos e avaliada por meio de relatório técnico-científico e/ou apresentação oral aplicada nos semestres letivos.

Os temas dessas atividades são os seguintes:

T1 - Atividade prática sobre análise de processos do primeiro semestre: tema sobre estudo cinético, análise e dimensionamento de reatores químicos ideais e isotérmicos aplicados a reações simples e complexas.

T2 - Atividade prática sobre análise de processos do segundo semestre: tema



sobre estudo cinético, análise e dimensionamento de reatores químicos ideais ou não-ideais, isotérmicos e não-isotérmicos aplicados a reações simples e complexas.

As atividades semestrais (T1 e T2) são formatadas de modo a estimular as competências cognitivas-sócio-emocionais de engenharia em aspectos de organização, objetivos, fundamentação teórica, descrição de memorial de cálculo e procedimento de estudo, discussão/interpretação de resultados, e conclusão de projetos de engenharia.

Estima-se que sejam necessárias 4 horas semanais de dedicação por aluno para o cumprimento da atividade. O cronograma de realização das atividades é combinado a cada bimestre/semestre.

As atividades são corrigidas e discutidas no intuito de utilizá-las para a melhoria do aprendizado dos diversos itens que a constituem, a saber: objetivos propostos, fundamentos teóricos aplicados, metodologias utilizadas, resultados obtidos, análise das interpretações, e conclusões.

Não há aproveitamento de notas de trabalho de ano anterior.

**OUTRAS INFORMAÇÕES**

A disciplina é anual, com avaliação baseada em provas (quatro provas + duas provas substitutivas) e trabalhos (dois trabalhos).

A programação da disciplina está formulada de acordo com os capítulos do livro-texto adotado.

1º bimestre

Capítulo 1 - Balanços molares

Capítulo 2 - Conversão e dimensionamento de reatores

Capítulo 3 - Leis de velocidade e estequiometria

Capítulo 4 - Projeto de reator isotérmico

2º bimestre

Capítulo 5 - Obtenção e análise de dados cinéticos

Capítulo 6 - Reações múltiplas

3º bimestre

Capítulo 8 - Projeto de reatores não-isotérmicos em regime estacionário

4º bimestre

Capítulo 9 - Projeto de reatores não-isotérmicos em regime transiente

Capítulo 13 - Distribuições de tempos de residência para reatores químicos

Capítulo 14 - Modelos para reatores não-ideais

As necessidades de recursos materiais e humanos são as seguintes:

(a) Parte teórica: lousa/giz e projetor;

(b) Parte prática: laboratório de informática (microcomputadores).



### SOFTWARES NECESSÁRIOS PARA A DISCIPLINA

Microsoft Office (Word, Excel e PowerPoint).





## APROVAÇÕES

Prof.(a) Jose Alberto Domingues Rodrigues  
Responsável pela Disciplina

Prof.(a) Luciano Gonçalves Ribeiro  
Coordenador(a) do Curso de Engenharia Química

Data de Aprovação:



PROGRAMA DA DISCIPLINA		
Nº da semana	Conteúdo	EAA
1 T	Apresentação do conteúdo e das regras da disciplina. Motivação ao estudo da engenharia das reações químicas (cálculo de reatores). Balanços molares.	1% a 10%
1 E	Balanços molares - atividades práticas.	41% a 60%
2 T	Conversão e dimensionamento de reatores.	1% a 10%
2 E	Conversão e dimensionamento de reatores - atividades práticas.	41% a 60%
3 T	Leis de velocidade e estequiometria.	1% a 10%
3 E	Leis de velocidade e estequiometria - atividades práticas.	41% a 60%
4 T	Leis de velocidade e estequiometria.	1% a 10%
4 E	Leis de velocidade e estequiometria - atividades práticas.	41% a 60%
5 T	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reação simples.	1% a 10%
5 E	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reação simples - atividades práticas.	41% a 60%
6 T	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reação simples.	11% a 40%
6 E	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reação simples - atividades práticas.	41% a 60%
7 T	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reação simples.	1% a 10%
7 E	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reação simples - atividades práticas.	41% a 60%
8 T	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reação simples.	1% a 10%
8 E	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reação simples - atividades práticas.	41% a 60%
9 E	Período de provas P1.	0
9 T	Período de provas P1.	0
10 T	Obtenção e análise de dados cinéticos.	1% a 10%
10 E	Obtenção e análise de dados cinéticos - atividades práticas.	41% a 60%
11 T	Obtenção e análise de dados cinéticos.	1% a 10%
11 E	Obtenção e análise de dados cinéticos - atividades práticas.	41% a 60%
12 T	Obtenção e análise de dados cinéticos.	1% a 10%
12 E	Obtenção e análise de dados cinéticos - atividades práticas.	41% a 60%
13 T	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reações múltiplas.	1% a 10%
13 E	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reações múltiplas - atividades práticas.	41% a 60%
14 T	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reações múltiplas.	1% a 10%
14 E	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reações múltiplas - atividades práticas.	41% a 60%
15 T	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reações múltiplas.	1% a 10%
15 E	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reações múltiplas - atividades práticas.	41% a 60%
16 T	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reações múltiplas.	1% a 10%
16 E	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reações múltiplas - atividades práticas.	41% a 60%
17 T	Período de provas P2.	1% a 10%
17 E	Período de provas P2.	41% a 60%



18 E	Período de provas P2.	0
18 T	Período de provas P2.	0
19 T	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reações simples ou múltiplas.	1% a 10%
19 E	Projeto de reator ideal, isotérmico e com reações simples ou múltiplas -atividades práticas.	41% a 60%
20 E	Período de provas substitutivas do primeiro semestre PS1.	0
20 T	Período de provas substitutivas do primeiro semestre PS1.	0
21 T	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário.	1% a 10%
21 E	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário - atividades práticas.	41% a 60%
22 T	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário.	1% a 10%
22 E	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário - atividades práticas.	41% a 60%
23 T	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário.	1% a 10%
23 E	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário - atividades práticas.	41% a 60%
24 T	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário.	1% a 10%
24 E	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário - atividades práticas.	41% a 60%
25 T	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário.	1% a 10%
25 E	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário - atividades práticas.	41% a 60%
26 T	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário.	1% a 10%
26 E	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário - atividades práticas.	41% a 60%
27 T	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário.	1% a 10%
27 E	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário - atividades práticas.	41% a 60%
28 T	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário.	1% a 10%
28 E	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime estacionário - atividades práticas.	41% a 60%
29 T	Período de provas P3.	1% a 10%
29 E	Período de provas P3.	41% a 60%
30 T	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime em regime transiente.	1% a 10%
30 E	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime em regime transiente - atividades práticas.	41% a 60%
31 T	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime em regime transiente.	1% a 10%



31 E	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime em regime transiente - atividades práticas.	41% a 60%
32 T	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime em regime transiente.	1% a 10%
32 E	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime em regime transiente - atividades práticas.	41% a 60%
33 T	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime em regime transiente.	1% a 10%
33 E	Projeto de reator ideal, não isotérmico e com reações simples ou múltiplas em regime em regime transiente - atividades práticas.	41% a 60%
34 T	Distribuições de tempos de residência em reatores químicos.	1% a 10%
34 E	Distribuições de tempos de residência em reatores químicos - atividades práticas.	41% a 60%
35 T	Distribuições de tempos de residência em reatores químicos.	1% a 10%
35 E	Distribuições de tempos de residência em reatores químicos - atividades práticas.	41% a 60%
36 T	Distribuições de tempos de residência em reatores químicos.	1% a 10%
36 E	Distribuições de tempos de residência em reatores químicos - atividades práticas.	41% a 60%
37 T	Modelos para reatores não-ideais.	1% a 10%
37 E	Modelos para reatores não-ideais - atividades práticas.	41% a 60%
38 E	Período de provas P4.	0
38 T	Período de provas P4.	0
39 E	Período de provas P4.	0
39 T	Período de provas P4.	0
40 T	Projeto de reator ideal e não-ideal, isotérmico e não isotérmico, com reações simples e múltiplas, e em regime permanente ou transiente.	1% a 10%
40 E	Projeto de reator ideal e não-ideal, isotérmico e não isotérmico, com reações simples e múltiplas, e em regime permanente ou transiente - atividades práticas.	41% a 60%
41 E	Período de provas substitutivas do segundo semestre PS2.	0
41 T	Período de provas substitutivas do segundo semestre PS2.	0
Legenda: T = Teoria, E = Exercício, L = Laboratório		