

|                                    |               |                  |                     |                                    |
|------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|------------------------------------|
| <b>Curso:</b> Engenharia Química   |               |                  |                     | <b>Ano:</b> 2010                   |
| <b>Disciplina:</b> DESENHO TÉCNICO |               |                  | <b>Código:</b> 1521 | <b>Série:</b> 1a                   |
| <b>Carga horária semanal:</b>      | <b>T: h/a</b> | <b>Lab.: h/a</b> | <b>Projeto: h/a</b> | <b>Carga horária anual:</b> 80 h/a |

### 3.1. Objetivos Gerais:

Capacitar o aluno para as normas da linguagem do desenho, que dentro da engenharia é requisito basilar para o intercâmbio de informações entre os profissionais e aprovação de projetos.

### 3.2. Objetivos Específicos:

Habilitar o aluno para a interpretação de projetos e a expressar-se através de vistas, cortes, seções e métodos de perspectiva, dentro das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), bem como para as exigências da organização mundial de normalização (ISO).

### 3.3. Ementa:

Meios de representação gráfica com a correta utilização das normas da ABNT em forma de linguagem. Concordâncias. Vistas Ortográficas. Perspectiva. CAD.

### 3.4. Conteúdo Programático:

- 1.Introdução ao Desenho Técnico
- 2.Materiais e a sua utilização
- 3.Normas da ABNT para a representação gráfica
- 4.Concordâncias
- 5.Vistas Ortográficas Principais e Auxiliares
- 6.Vistas Ortográficas Seccionais
- 7.Cortes e Seções
- 8.Perspectivas:
  - 8.1. Isométrica
  - 8.2.Cavaleira
- 9.Tubulações:
  - 9.1.Método diagramático ortogonal
  - 9.2.Isométrica de instalações
- 10.CAD
- 11.Interpretação e Solução de Problemas

### 3.5. Estimativa de cronograma para o desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos:

- 1.Introdução ao Desenho Técnico (1 semana).
- 2.Materiais e a sua utilização (1 semana).
- 3.Normas da ABNT para a representação gráfica (1 semana).
- 4.Concordâncias (3 semanas).
- 5.Vistas Ortográficas Principais e Auxiliares (6 semanas).
- 6.Vistas Ortográficas Seccionais (2 semanas).
- 7.Cortes e Seções (5 semanas).
- 8.Perspectivas: (4 semanas)
- 9.Tubulações: (8 semanas)
- 10.CAD (6 semanas).
- 11.Interpretação e Solução de Problemas (3 semanas).

### 3.6. Atividades desenvolvidas fora de sala de aula:

Exercícios e projetos disponibilizados pelo professor em sala e na página eletrônica do professor.

### 3.7. Metodologia:

Aulas expositivas em quadro e utilização de recursos audiovisuais como retroprojeto e multimídia.

MANTENEDORA: INSTITUTO EDUCACIONAL OSWALDO QUIRINO LTDA. CNPJ nº 60.704.418/0001-01

Recredenciamento: Portaria MEC nº 752, de 08/08/2018, DOU de 09/08/2018, Seção 1, pág. 25

Rua Brigadeiro Galvão, 540 – CEP 01151-000 – São Paulo/SP – Tel.: (0xx11) 3824 3660 - [www.oswaldocruz.br](http://www.oswaldocruz.br) – e-mail: [secretariageral@oswaldocruz.br](mailto:secretariageral@oswaldocruz.br)

### **3.8. Bibliografia Básica:**

MANDARINO, Denis; SARAGOSA Jr., Osvaldo – Desenho Técnico. São Paulo: Ed. Plêiade, 2002.

FRENCH, Thomas E. & Vierck, Charles J. - Desenho Técnico. Trad. Eny Ribeiro Esteves, Lais Knijnik, Maria Clarissa Juchen, Maria Teresa Chaves Custódio e Marli Merker Moreira. Rio de Janeiro: Ed. Globo: 1985.

### **3.9. Bibliografia Complementar:**

Livro de normas para a representação gráfica da ABNT.

Manuais do Autocad 2002 e 2004 – Autodesk

MANTENEDORA: INSTITUTO EDUCACIONAL OSWALDO QUIRINO LTDA. CNPJ nº 60.704.418/0001-01

Recredenciamento: Portaria MEC nº 752, de 08/08/2018, DOU de 09/08/2018, Seção 1, pág. 25

Rua Brigadeiro Galvão, 540 – CEP 01151-000 – São Paulo/SP – Tel.: (0xx11) 3824 3660 - [www.oswaldocruz.br](http://www.oswaldocruz.br) – e-mail: [secretariageral@oswaldocruz.br](mailto:secretariageral@oswaldocruz.br)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |            |                  |                     |                             |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|------------------|---------------------|-----------------------------|----------------|
| <b>Curso:</b> Engenharia Química                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |            |                  |                     | <b>Ano:</b> 2010            |                |
| <b>Disciplina:</b> FÍSICO-QUÍMICA I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |           |            |                  | <b>Código:</b> 1427 | <b>Série:</b> 2ª            |                |
| <b>Carga horária semanal:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>T:</b> | <b>h/a</b> | <b>Lab.: h/a</b> | <b>Projeto: h/a</b> | <b>Carga horária anual:</b> | <b>160 h/a</b> |
| <b>3.1. Objetivos Gerais:</b><br>A aprendizagem e entendimento dos conceitos físico-químicos visando Aplicações práticas e sua utilização em disciplinas como: Operações Unitárias da Indústria Química I e II, Balanço material e Energético I e II, Fenômenos de Transporte I e II e Termodinâmica Aplicada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |            |                  |                     |                             |                |
| <b>3.2. Objetivos Específicos:</b><br>Estudar os gases puros e misturas diferenciando o comportamento ideal do real; Estabelecer relações entre os diversos tipos de energia, de modo a aplicá-los nas mais variadas transformações físicas e químicas; Avaliar as condições de equilíbrio e espontaneidade; Conceituar equilíbrio químico e interpretar os valores das constantes de equilíbrio químico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |            |                  |                     |                             |                |
| <b>3.3. Ementa:</b><br>O ESTADO GASOSO: GASES IDEAIS- Propriedades empíricas dos gases, Princípio de Avogadro, Lei dos gases ideais, equação de estado de uma mistura gasosa, Lei de Dalton, Lei da distribuição barométrica, GASES REAIS – Equação de van der Waals, isotermas de um gás real, continuidade dos estados, estado crítico, outras equações de estado, fator de compressibilidade;<br><br>TERMODINÂMICA: TERMOMETRIA: equação termométrica, escala termodinâmica de temperatura, Lei zero, calorímetros, energia e o 1º Princípio da termodinâmica, aplicação do 1º Princípio da termodinâmica a reações químicas, o calor de reação, 2º Princípio da Termodinâmica, 3º Princípio da Termodinâmica,<br><br>ESPONTANEIDADE E EQUILÍBRIO: as condições gerais de equilíbrio e espontaneidade, equações fundamentais da termodinâmica, a energia de Gibbs,<br><br>EQUILÍBRIO QUÍMICO: sistemas de composição variável, equilíbrio químico em uma mistura de gases ideais e em uma mistura de gases reais, as constantes de equilíbrio e o Princípio de Lechatelier.                                                                                                                                                                                                                                                |           |            |                  |                     |                             |                |
| <b>3.4. Conteúdo Programático:</b><br>1. ESTADO GASOSO<br>1.1. Comportamento Ideal<br>1.2. Equação de Estado do Gás Ideal<br>1.3. Propriedades Intensivas e Extensivas<br>1.4. Difusão de Gases - Determinação da Massa Molecular de Gases<br>1.5. Misturas e Variáveis de Composição - Cálculo das Diferentes Unidades do Ar<br>1.6. Lei da Distribuição Barométrica - Aplicação Prática<br>1.7. Comportamento Ideal<br>1.8. Equação de Van der Waals<br>1.9. O Estado Crítico - A Transição de Gás para Líquido<br>1.10. Princípio dos Estados Correspondentes<br>1.11. Fator de Compressibilidade - Aplicações em Processos Industriais<br>1.12. Outras Equações de Estado - Aplicações<br><br>2. TERMODINÂMICA<br>2.1. Termometria, Aferição de Termômetros e Exemplos de Termômetros Industriais<br>2.2. Lei Zero - Calorímetros<br>2.3. Primeira Lei<br>2.3.1. Definições Básicas: Calor, Trabalho, Energia e Entalpia<br>2.3.2. Calor de Formação e Calor de Reação<br>2.3.3. Determinação de Entalpia e da Energia Interna de Reações Químicas, a temperatura constante<br>2.4. Capacidades caloríficas e a relação entre Cp e Cv<br>2.5. Efeito da Temperatura sobre a Entalpia padrão e a energia interna de reação<br>2.6. Transformações adiabáticas reversíveis<br>2.7. Transformações adiabáticas irreversíveis |           |            |                  |                     |                             |                |

- 2.8. Cálculos de Calor, Trabalho, Energia e Entalpia para transformações Isocóricas,
- 2.9. Isotérmicas, Isobáricas e Adiabáticas
- 2.10. Efeitos térmicos nas reações industriais
3. SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA
  - 3.1. O conceito de entropia e suas propriedades
  - 3.2. Entropia de uma mudança de fase
  - 3.3. Cálculos de entropia para processos ideais e reais
  - 3.4. Variação de entropia para uma reação química
  - 3.5. Variação de entropia com a temperatura
  - 3.6. Terceira Lei
4. ESPONTANEIDADE E EQUILÍBRIO
  - 4.1. Energia livre e a condição de equilíbrio a temperatura e a pressão constante
  - 4.2. Equações fundamentais da termodinâmica
  - 4.3. Energia livre e suas propriedades
  - 4.4. Energia livre dos sólidos, líquidos e gases-potencial químico
  - 4.5. Determinação da energia livre para reações químicas equações de Gibbs-Helmholtz
  - 4.6. Sistemas de composição variável
5. EQUILÍBRIO QUÍMICO
  - 5.1. Conceito de Equilíbrio Químico
  - 5.2. Equilíbrio químico em misturas de gases ideais e reais
  - 5.3. A energia livre de Gibbs padrão de reação e a constante de equilíbrio químico
  - 5.4. Constantes de equilíbrio e Inter-relações
  - 5.5. A constante de equilíbrio e sua variação com a temperatura
  - 5.6. Determinação das constantes de equilíbrio - experimental e de medidas calorimétricas
  - 5.7. Equilíbrios Heterogêneos
  - 5.8. Princípio da Lei de Chatelier
  - 5.9. Fatores Interferentes no Equilíbrio - Exemplos Práticos
- 5.10. Reações Ilustrativas

### **3.5. Estimativa de cronograma para o desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos:**

1. ESTADO GASOSO (12 semanas)
2. TERMODINÂMICA (10 semanas)
3. SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA (05 semanas)
4. ESPONTANEIDADE E EQUILÍBRIO (05 semanas)
5. EQUILÍBRIO QUÍMICO (08 semanas)

### **3.6. Atividades desenvolvidas fora de sala de aula:**

Tarefas e exercícios extra sala disponibilizado pelo professor no portal eletrônico.

### **3.7. Metodologia:**

- a) Aulas expositivas, com a participação ativa dos estudantes, acompanhadas de exercícios relacionados com os assuntos abordados na teoria e voltados às suas aplicações em situações práticas da Engenharia Química, fortalecendo o enfoque multidisciplinar;
- b) Execução de trabalhos individuais ou em grupos, bem como a realização de seminários, quando for o caso;
- c) Utilização de equipamentos de audiovisual tais como: retro-projetor, projetor de slides e videocassete, bem como a utilização de recursos computacionais, no que couber.

### **3.8. Bibliografia Básica:**

CASTELLAN, G.W. **Fundamentos de Físico-Química**, LTC, Rio de Janeiro, 1995.  
ATKINS, P.W. **Físico-Química**, 6a, LTC, Rio de Janeiro, 1999.  
ATKINS, P. e JONES, L. **Princípios de Química**, Bookman, Porto Alegre, 2001.

### **3.9. Bibliografia Complementar:**

LAAD, M.F.C. **Introduction in Physical Chemistry**, 5<sup>th</sup> Ed., Cambridge, New York, 1998.

MANTENEDORA: INSTITUTO EDUCACIONAL OSWALDO QUIRINO LTDA. CNPJ nº 60.704.418/0001-01

Recredenciamento: Portaria MEC nº 752, de 08/08/2018, DOU de 09/08/2018, Seção 1, pág. 25

Rua Brigadeiro Galvão, 540 – CEP 01151-000 – São Paulo/SP – Tel.: (0xx11) 3824 3660 - [www.oswaldocruz.br](http://www.oswaldocruz.br) – e-mail: [secretariageral@oswaldocruz.br](mailto:secretariageral@oswaldocruz.br)

SIME, R.J. **Methods, techniques and experiments, Physical-Chemistry**. Saunders Golden Sumburst Series, Londo, 1990.

SHOEMAKER,D.P. GARLAND,C.W. e NIBLER, J.W. **Experiments in Physical Chemistry**, McGraw- Hill, New Your, 1989.

DAUBERT,T.E. **Chemical Engineering Termodynamics**, MacGraw-Hill, New York, 1985.

|                                                   |           |            |              |                     |                            |
|---------------------------------------------------|-----------|------------|--------------|---------------------|----------------------------|
| <b>Curso:</b> Engenharia Química                  |           |            |              | <b>Ano:</b> 2009    |                            |
| <b>Disciplina:</b> FÍSICA GERAL E EXPERIMENTAL II |           |            |              | <b>Código:</b> 1524 | <b>Série:</b> 2a           |
| <b>Carga horária semanal:</b>                     | <b>T:</b> | <b>h/a</b> | <b>Lab.:</b> | <b>h/a</b>          | <b>Projeto:</b> <b>h/a</b> |
| <b>Carga horária anual:</b> 160 h/a               |           |            |              |                     |                            |

### 3.1. Objetivos Gerais:

A disciplina permite ao aluno ter a capacidade de analisar fenômenos físicos cotidianos e para o suporte das disciplinas subsequentes em seu curso de graduação.

### 3.2. Objetivos Específicos:

**Conhecimentos:** Estudar os fenômenos físicos devidos às distribuições discretas e contínuas de cargas em equilíbrio estático. Estudo do movimento das cargas elétricas e da descrição microscópica da corrente elétrica. Estudo dos efeitos básicos provocados pela corrente elétrica.

**Habilidades:** Entender as interações básicas da natureza e a construção da teoria eletromagnética, seguindo os passos históricos que, a partir de observações experimentais, conduziram às Equações de Maxwell. Tratar de forma quantitativa problemas que envolvem distribuição contínua de cargas elétricas. Conhecer o procedimento experimental: medidas, precisão, descrição e análise na construção de um modelo científico.

**Atitudes:** Ter o interesse em estudar os fenômenos naturais, vendo a Física como algo presente em seu dia a dia e na futura vida profissional. Tratar os fenômenos naturais de forma quantitativa possibilitando sua análise, previsão e simulação. Trabalhar em equipe, adquirindo um senso crítico e de responsabilidade. Adquirir senso crítico e auto-crítico em seu aprendizado.

### 3.3. Ementa:

Para que o aluno seja capaz de atingir os objetivos apresentados acima a disciplina é composta pelos seguintes itens: A Lei de Coulomb, Campo elétrico, Lei de Gauss, Potencial Elétrico, Capacitores e dielétricos, Corrente Elétrica, Estudo de Circuitos elétricos, Magnetismo, Temperatura e calor, Propriedades térmicas da matéria, 1ª. e 2ª. leis da termodinâmica.

### 3.4. Conteúdo Programático:

#### 1. A Lei de Coulomb

**Objetivo:** Conceituar carga elétrica e suas interações. Entender a força elétrica como uma das forças básicas da Natureza e sua presença nos fenômenos cotidianos.

**Conceitos principais:** Carga elétrica, Lei de Coulomb.

**Pré-requisitos:** Álgebra vetorial.

1.1 carga elétrica, 1.2 Princípios da conservação e quantização da carga elétrica, 1.3 cargas elétricas e átomos, 1.4 A Lei de Coulomb, 1.5 Princípio da superposição

#### 2. Campo elétrico

**Objetivo:** Introduzir o conceito abstrato de campos na natureza.

**Conceitos principais:** Campo elétrico.

**Pré-requisitos:** Álgebra vetorial. Derivadas e integrais.

2.1 Definição de campos escalares e vetoriais, 2.2 campo elétrico de uma carga puntiforme, 2.3 Princípio da superposição, 2.4 Distribuição contínua de cargas, 2.5 Aplicações.

#### 3. Lei de Gauss

**Objetivo:** Entender a relação entre o conceito matemático de fluxo e o conceito físico de campo.

**Conceitos principais:** Fluxo através de uma superfície - simetrias na natureza.

**Pré-requisitos:** Produto escalar. Noções de simetria. Área de superfícies. Campo elétrico.

3.1 Linhas de campo elétrico, 3.2 O conceito de fluxo, 3.3 A Lei de Coulomb e a lei de gauss, 3.4 Aplicações da lei de gauss para o cálculo do campo elétrico,

3.5 Estudo de condutores em equilíbrio.

#### 4. potencial elétrico

**Objetivo:** Dar a descrição escalar das propriedades elétricas.

**Conceitos principais:** potencial elétrico, energia elétrica.

**Pré-requisitos:** Integrais, forças conservativas, definição de energia potencial e trabalho.

4.1 Forças conservativas e energia potencial, 4.2 trabalho e potencial elétrico, 4.3 superfícies equipotenciais, 4.4 cálculo do potencial elétrico, para cargas puntiformes, 4.5 cálculo do potencial elétrico, para distribuições contínuas de cargas, 4.6 energia potencial, 4.7 cálculo do campo elétrico a partir do potencial elétrico.

## 5. Capacitores e dielétricos

Objetivo: Definir capacitores e dar suas aplicações. Introduzir o conceito de dielétricos.

Conceitos principais: Capacitância e dielétricos.

Pré-requisitos: Sistemas de equações lineares, carga campo elétrico e potencial elétrico.

5.1 capacitores e capacitância, 5.2 associação de capacitores, 5.3 cálculo da capacitância, 5.4 energia no capacitor, 5.5 dielétricos.

## 6. Corrente elétrica

Objetivo: Compreender os conceitos físicos de corrente, geradores e resistência elétrica e aplicações.

Conceitos principais: Corrente e resistência elétricas.

Pré-requisitos: Potencial elétrico, campo elétrico, energia, derivadas e integrais.

6.1 corrente elétrica, 6.2 densidade e corrente elétrica, 6.3 geradores, força eletromotriz, 6.4 resistores e resistência elétrica, 6.5 Leis de Ohm, 6.6 Energia e potência em circuitos elétricos. Lei de Joule.

## 7. Estudo de circuitos elétricos

Objetivo: Resolução de circuitos simples e suas aplicações.

Conceitos Principais: Leis de Kirchhoff.

Pré-requisitos: corrente elétrica, sistemas de equações lineares.

7.1 associação de resistores, 7.2 circuitos elétricos simples, leis de Kirchhoff, 7.3 energia dissipada em circuitos.

## 8. Magnetismo

Objetivo: Entender o conceito de campo magnético e os efeitos de corrente elétrica. Aplicações.

Conceitos principais: campo magnético e indução magnética.

Pré-requisitos: Produto vetorial, torque, movimento circular e momento linear.

8.1 campo magnético, imãs e correntes, 8.2 indução magnética e força magnética, 8.3 fluxo magnético, 8.4 movimento de partículas num campo magnético, 8.5 Leis de Biot-Savart e Ampère, 8.6 lei de Faraday, 8.7 Aplicações: espectroscopia de massa, ciclotron, geradores e motores.

9. TEMPERATURA E CALOR : 9.1-Calor – energia em transito. 9.2-Temperatura e equilíbrio térmico. 9.3-Escalas termométricas. 9.4-Termômetros. 9.5-Expansão térmica. 9.6-Quantidade de calor. 9.7-Calorimetria e transições de fase. 9.8-Mecanismos de transferência de calor. 9.9-Circuitos integrados.

10. PROPRIEDADES TÉRMICAS DA MATÉRIA. 10.1 - Equações de Estado. 10.2 - Propriedades moleculares da matéria; 10.3- Modelo cinético – molecular de um gás ideal. 10.4- Capacidade calorífica. 10.5 - Fases da matéria.

11. PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA. 11.1- Sistemas Termodinâmicos.

11.2- Trabalho na variação de volume. 11.3 - Caminhos entre estados termodinâmicos. 11.4 - Energia interna e primeira lei. 11.5 - Processos termodinâmicos. 11.6- Energia interna de um gás ideal. 11.7 - Calor específico de um gás ideal.

11.8- Processo adiabático de um gás ideal.

12. SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA: 12.1- Sentido de um processo termodinâmico. 12.2- Máquinas térmicas.

12.3- Máquinas de combustão interna.

12.4- Refrigeradores. 12.5- Enunciado da segunda lei. 12.6- O ciclo de Carnot.

12.7- Entropia. 12.8 - Interpretação microscópica da entropia.

### 3.5. Estimativa de cronograma para o desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos:

1. A Lei de Coulomb 2 semanas
2. Campo elétrico 3 semanas
3. Lei de Gauss 4 semanas
4. potencial elétrico 4 semanas
5. Capacitores e dielétricos 3 semanas
6. Corrente elétrica 3 semanas
7. Estudo de circuitos elétricos 4 semanas
8. Magnetismo 4 semanas
9. TEMPERATURA E CALOR : 3 semanas
10. PROPRIEDADES TÉRMICAS DA MATÉRIA. 1 semana
11. PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA. 5 semanas
12. SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA: 4 semanas

### 3.6. Atividades desenvolvidas fora de sala de aula:

Tarefas e exercícios extra sala disponibilizados pelos professores no portal eletrônico dos mesmos.

MANTENEDORA: INSTITUTO EDUCACIONAL OSWALDO QUIRINO LTDA. CNPJ nº 60.704.418/0001-01

Recredenciamento: Portaria MEC nº 752, de 08/08/2018, DOU de 09/08/2018, Seção 1, pág. 25

Rua Brigadeiro Galvão, 540 – CEP 01151-000 – São Paulo/SP – Tel.: (0xx11) 3824 3660 - [www.oswaldocruz.br](http://www.oswaldocruz.br) – e-mail: [secretariageral@oswaldocruz.br](mailto:secretariageral@oswaldocruz.br)

### **3.7. Metodologia:**

- Aulas expositivas baseadas em apostila do professor e em listas de exercícios.
- Realização de exercícios em classe em grupos de alunos.
- Recursos Audio Visuais representando processos industriais.
- Análise de fatos do cotidiano onde a engenharia química está presente

### **3.8. Bibliografia Básica:**

SERWAY, AR ; JEWETT, JWJ; Principios de Física. 3ª ed. São Paulo. Pioneira Thomson Learning. 2005. V 2 e 3

YOUNG, HD; FREEDMAN RA. Sears e Zemansky Física I e II. 10ª ed. São Paulo. Addison Wesley. 2003

WALKER, J.; RESNICK, R.; HALLIDAY, D. Fundamentos de Física. 7a. ed, Rio de Janeiro, LTC, 2006, v.1,2,3 e 4.

### **3.9. Bibliografia Complementar:**

Halliday, D., Resnick, R., e Walker, J. Mecânica. Vol. 1. 4 vols. 4ª ed. Fundamentos de Física. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

Alonso, M., e Finn, E. J. Física. 1st ed.: Pearson, 1999.

|                                                               |               |                  |                     |                                     |                  |
|---------------------------------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------|
| <b>Curso:</b> Engenharia Química                              |               |                  |                     |                                     | <b>Ano:</b> 2009 |
| <b>Disciplina:</b> CÁLCULO DIFERENCIAL INTEGRAL E VETORIAL II |               |                  |                     | <b>Código</b> 1541                  | <b>Série:</b> 2a |
| <b>Carga horária semanal:</b>                                 | <b>T:</b> h/a | <b>Lab.:</b> h/a | <b>Projeto:</b> h/a | <b>Carga horária anual:</b> 160 h/a |                  |

### 3.1. Objetivos Gerais:

O objetivo da disciplina é desenvolver as habilidades citadas acima, tratando o cálculo como uma linguagem com diversas aplicações, onde o mais importante é que o aluno entenda os conceitos fundamentais, aprenda usar os algoritmos e regras corretamente e aplique os raciocínios desenvolvidos em diferentes contextos.

Num curso de engenharia, o Cálculo Diferencial e Integral II é uma importante ferramenta matemática para a formação do aluno, pois é usada em várias habilidades, entre as quais podemos citar:

- cálculo e medições de grandezas físicas;
- construção de modelos matemáticos para situações-problema que ocorrem no cotidiano profissional do engenheiro;
- coleta e organização de informações que possam ser estruturadas na forma numérica ou gráfica;
- interpretações de tabelas, gráficos, fórmulas e resultados já prontos;
- desenvolver resultados das outras disciplinas do curso de engenharia nas linguagens algébrica ou analítica.

### 3.2. Objetivos Específicos:

O aluno deverá aplicar os algoritmos de integração para o cálculo de grandezas físicas (volume), bem como capacitar o aluno a ler e interpretar gráficos e diagramas de contorno, pensar graficamente e numericamente, ler tabelas. O aluno também deve aplicar essas capacidades, juntamente com as habilidades algébricas, para modelar o mundo real, como, por exemplo, aplicar o conceito das curvas de nível.

### 3.3. Ementa:

Estudo das funções de duas variáveis e suas propriedades, através dos conceitos de diferencial e integral.

### 3.4. Conteúdo Programático:

- I) Aplicação da integral definida para funções de uma variável
  - Cálculo de volume de sólido de revolução (eixo x e eixo y).
- II) Introdução às funções de duas variáveis
  - Conceito intuitivo de funções de duas variáveis e cálculo de valores;
  - Domínio e representação gráfica;
  - Curvas de nível e representação gráfica;
  - Gráficos de funções de duas variáveis.
- III) Derivadas parciais de funções de duas variáveis
  - Conceitos e definições: derivadas parciais de 1ª ordem;
  - Regras de derivação – cálculo de derivadas;
  - Interpretação geométrica;
  - Taxa de variação;
  - Diferenciabilidade
  - Aplicações em situações-problema da química e da física;
  - Plano tangente;
  - Gradiente e derivada direcional
  - Derivadas parciais de 2ª ordem;
  - Máximos e Mínimos locais.
- IV) Integrais Duplas
  - Conceito e cálculo em coordenadas retangulares;
  - Coordenadas Polares;
  - Cálculo de integrais duplas em coordenadas polares.
- V) Integrais Impróprias
  - Conceitos
  - Noção intuitiva de limites de função de uma variável;
  - Cálculo de integrais impróprias

## VI) Noções básicas de equações diferenciais

### 3.5. Estimativa de cronograma para o desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos:

- I) Aplicação da integral definida para funções de uma variável..... (2 semanas)
- II) Introdução às funções de duas variáveis .....(5 semanas)
- III) Derivadas parciais de funções de duas variáveis ..... (17 semanas)
- IV) Integrais Duplas .....(7 semanas)
- V) Integrais Impróprias..... (2,5 semanas)
- VI) Noções básicas de equações diferenciais ..... (6,5 semanas)

### 3.6. Atividades desenvolvidas fora de sala de aula:

Lista de exercícios de aplicações de cálculo disponibilizados pelo professor em sala de aula e através do portal eletrônico do professor.

### 3.7. Metodologia:

- 1.- Aulas expositivas, com a participação ativa dos estudantes, acompanhadas de exercícios relacionados com os assuntos abordados na teoria e voltados às suas aplicações em situações práticas com vista à interdisciplinaridade.
- 2.- Execução de trabalhos individuais ou em grupos.
- 3.- Utilização de softwares

### 3.8. Bibliografia Básica:

BOULOS, P. Cálculo Diferencial e Integral, vol. 1, vol 2 - São Paulo, Makron Books, 1999  
FLEMMING, D. M. Cálculo A e Cálculo B - 5ª ed., São Paulo, Makron Books, 1992.  
SWOKOWSKI, E. W. Cálculo com Geometria Analítica, vol. 1, vol 2 - 2ª ed., São Paulo, Makron Books, 1994

### 3.9. Bibliografia Complementar:

HUGHES-HALLET, D. et al Cálculo e aplicações – tradução Gomide, E., São Paulo, Edgard Blücher, 1999.  
STEWART, J. Cálculo Vol. 1, 4ª ed., tradução IME - USP, São Paulo, Pioneira Thomson Learning, 2001.  
HOFFMANN, L. et al Cálculo, um curso modernos e suas aplicações - tradução Silva, P., 6ª ed., Rio de Janeiro, L.T.C., 1999.

|                                           |               |                  |                     |                                    |                  |
|-------------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|------------------------------------|------------------|
| <b>Curso:</b> Engenharia Química          |               |                  |                     |                                    | <b>Ano:</b> 2009 |
| <b>Disciplina:</b> MECÂNICA DOS MATERIAIS |               |                  | <b>Código:</b> 1542 |                                    | <b>Série:</b> 2a |
| <b>Carga horária semanal:</b>             | <b>T:</b> h/a | <b>Lab.:</b> h/a | <b>Projeto:</b> h/a | <b>Carga horária anual:</b> 80 h/a |                  |

### 3.1. Objetivos Gerais:

Espera-se que ao final desta disciplina o aluno seja capaz de :

- aplicar os conceitos da Mecânica Clássica aos problemas de Engenharia que envolvem balanços de forças em estruturas industriais.
- aplicar os conceitos da Resistência dos Materiais aos problemas de Engenharia relacionados às estruturas industriais.

### 3.2. Objetivos Específicos:

A disciplina Mecânica dos Materiais contribui para a formação do engenheiro no tocante à análise do comportamento de estruturas industriais submetidas a diversos tipos de esforços, além de dar elementos para o dimensionamento destas estruturas.

### 3.3. Ementa:

Estática. Treliças Planas. Características Geométricas de Seções Planas. Tração e Compressão. Sistemas Estaticamente Indeterminados. Cisalhamento. Esforços Solicitantes: Força Cortante e Momento Fletor. Flexão. Diagramas. Linha Elástica na Flexão. Noções de Dinâmica.

### 3.4. Conteúdo Programático:

#### 1. ESTÁTICA

- Leis fundamentais do equilíbrio
- Resultante de composição de forças
- Equilíbrio de um corpo material
- Equilíbrio de corpos rígidos
- Vínculos estruturais

#### 2. TRELIÇAS PLANAS

- Tipos de treliças
- Resolução pelo método do equilíbrio dos nós

#### 3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE SUPERFÍCIES PLANAS

- Baricentro
- Momento de inércia
- Momento resistente

#### 4. TRAÇÃO E COMPRESSÃO

- Alongamento
- Deformações
- Relação entre tração e deformação
- Lei de Hooke
- Tensões térmicas

#### 5. SISTEMAS ESTATICAMENTE INDETERMINADOS

- Relações entre as leis da Estática e deformações por tração ou compressão
- Relações entre as leis da Estática e deformações efeitos de temperatura

#### 6. CISALHAMENTO

- Tensão de cisalhamento
- Dimensionamento

#### 7. ESFORÇOS SOLICITANTES

- Força Cortante
- Momento Fletor

#### 8. FLEXÃO

- Tipos de carregamentos
- Vigas isostáticas
- Reações de equilíbrio
- Força cortante
- Momento fletor

#### 9. DIAGRAMAS

- 9.1. Diagrama de força normal
- 9.2. Diagrama de força cortante
- 9.3. Diagrama de momento fletor
- 10. Linha Elástica na Flexão
  - 10.1 Linha Elástica em Vigas Isostáticas
  - 10.2 Vigas Estaticamente Indeterminadas
- 11. NOÇÕES DE CINEMÁTICA E DINÂMICA
  - 11.1. Cinemática da partícula
  - 11.2. Leis do movimento
  - 11.3 Vibrações.

### **3.5. Estimativa de cronograma para o desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos:**

- 1. ESTÁTICA 9 semanas
- 2. TRELIÇAS PLANAS 4 semanas
- 3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE SUPERFÍCIES PLANAS 4 semanas
- 4. RAÇÃO E COMPRESSÃO 5 semanas
- 5. SISTEMAS ESTATICAMENTE INDETERMINADOS 4 semanas
- 6. CISALHAMENTO 1 semana
- 7. ESFORÇOS SOLICITANTES 2 semanas
- 8. FLEXÃO 5 semanas
- 9. DIAGRAMAS 2 semanas
- 10. LINHA ELÁSTICA NA FLEXÃO 2 semanas
- 11. NOÇÕES DE CINEMÁTICA E DINÂMICA 2 semanas

### **3.6. Atividades desenvolvidas fora de sala de aula:**

Exercícios e projetos extra classe disponibilizados em sala de aula e no portal eletrônico do professor.

### **3.7. Metodologia:**

- a) Aulas expositivas, com a participação ativa dos estudantes, acompanhadas de exercícios relacionados com os assuntos abordados na teoria e voltados às suas aplicações em situações práticas com vista à interdisciplinaridade.
- b) Execução de trabalhos individuais ou em grupos, bem como a realização de seminários, quando for o caso.
- c) Utilização de equipamentos de audiovisual tais como retroprojetor, projetor de slides e videocassete, bem como a utilização de computadores, no que couber.

### **3.8. Bibliografia Básica:**

- BEER, F. P., JOHNSTON Jr. R. *Resistência dos materiais*. 3ed. São Paulo, Makron, 1995.
- HIBBELLER, R. C. *Resistência dos materiais*. Rio de Janeiro, LTC, 1997.
- BEER, F. P., JOHNSTON Jr., R. *Mecânica vetorial para engenheiros - estática*. 5ed. São Paulo, Makron, 1997.

### **3.9. Bibliografia Complementar:**

- GERE, J. M. *Mecânica dos Materiais*. São Paulo, Thomson, 2003.
- BEER, F. P., JOHNSTON Jr. R. *Mecânica vetorial para engenheiros – cinemática e dinâmica*. 5ed. São Paulo, Makron, 1991.
- BORESI, A. P., SCHMIDT, R. J. *Estática*. São Paulo, Thomson, 2003.

|                                        |           |            |              |                     |                     |
|----------------------------------------|-----------|------------|--------------|---------------------|---------------------|
| <b>Curso:</b> Engenharia Química       |           |            |              |                     | <b>Ano:</b> 2010    |
| <b>Disciplina:</b> ELETROTÉCNICA GERAL |           |            |              | <b>Código:</b> 1032 | <b>Série:</b> 3a    |
| <b>Carga horária semanal:</b>          | <b>T:</b> | <b>h/a</b> | <b>Lab.:</b> | <b>h/a</b>          | <b>Projeto:</b> h/a |
| <b>Carga horária anual:</b>            |           |            |              |                     | <b>80 h/a</b>       |

### 3.1. Objetivos Gerais:

Apresentar o conceito de eletrotécnica em termos gerais, no sentido de racionalizar e otimizar o uso da energia elétrica, verificando o conceito de fator de potência e de demanda.

### 3.2. Objetivos Específicos:

Estudar o comportamento do circuito elétrico em corrente alternada, analisando as consequências dos dispositivos reativos nas instalações elétricas industriais.

### 3.3. Ementa:

Apresentar as definições, grandezas e parâmetros dos circuitos elétricos em corrente alternada, estudando o resistor, indutor e capacitor.

Conhecer as normas NBR5410 e NBR5419 para o projeto de instalações elétricas de baixa tensão e a noção sobre equipamentos de força motriz, bem como os dispositivos de proteção.

### 3.4. Conteúdo Programático:

- Definições e parâmetros de circuitos:
  - Grandezas elétricas: diferença de potencial elétrico, corrente elétrica e potência elétrica;
  - Resistor, indutor e capacitor;
  - Circuitos em corrente contínua.
- Corrente e tensão senoidal:
  - Conceito de valor eficaz;
  - Circuito RLC em corrente alternada;
  - Noções de números complexos;
  - Impedância complexa e notação de fasores.
- Potência e fator de potência
- Teorema de Thevenin e de Norton.
- Indutância mútua.
- Sistemas trifásicos:
  - Cargas equilibradas e desequilibradas;
  - Método dos wattímetros.

#### Parte B:

- Instalação residencial.
  - Método de carga mínima (NBR5410)
- Luminotécnica:
  - Método dos lúmens.
- Instalação industrial:
  - Sistema de proteção;
  - Sistema de aterramento;
  - Sistema de proteção contra as descargas atmosféricas: (Franklin, Faraday e eletrogeométrico)
- Conceitos adicionais sobre a instalação industrial:
  - Grandezas por unidade;
  - Transitório em um circuito RL;
  - Projeto de uma instalação simplificada com cabine abrigada.

### 3.5. Estimativa de cronograma para o desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos:

- Definições e parâmetros de circuitos: (3 semanas)
- Corrente e tensão senoidal: (7 semanas)

MANTENEDORA: INSTITUTO EDUCACIONAL OSWALDO QUIRINO LTDA. CNPJ nº 60.704.418/0001-01

Recredenciamento: Portaria MEC nº 752, de 08/08/2018, DOU de 09/08/2018, Seção 1, pág. 25

Rua Brigadeiro Galvão, 540 – CEP 01151-000 – São Paulo/SP – Tel.: (0xx11) 3824 3660 - [www.oswaldocruz.br](http://www.oswaldocruz.br) – e-mail: [secretariageral@oswaldocruz.br](mailto:secretariageral@oswaldocruz.br)

3. Potência e fator de potência (3 semanas)
4. Teorema de Thevenin e de Norton. (2 semanas)
5. Indutância mútua. (1 semana)
6. Sistemas trifásicos: (4 semanas)

Parte B:

1. Instalação residencial. (4 semanas)
2. Luminotécnica: (3 semanas)
3. Instalação industrial: (7 semanas)
4. Conceitos adicionais sobre a instalação industrial: (6 semanas)

### 3.6. Atividades desenvolvidas fora de sala de aula:

Projetos e exercícios disponibilizados em sala de aula e pelo portal do professor.

### 3.7. Metodologia:

- a) Aulas expositivas, com a participação ativa dos estudantes, acompanhadas de exercícios relacionados com os assuntos abordados na teoria e voltados às suas aplicações em situações práticas da Engenharia Química;
- b) Execução de trabalhos individuais ou em grupos, bem como a realização de seminários, quando for o caso;
- c) Utilização de equipamentos de audiovisual tais como: retro-projetor, projetor de slides e videocassete, bem como a utilização de computadores, no que couber.

### 3.8. Bibliografia Básica:

Circuitos Elétricos: Joseph A Edminister, Makron Books \_ Reedição da edição clássica; 1991;

Instalações Elétricas : Hélio Creder, LTC – 14ª Edição; 2000

Instalações Elétricas Industriais: João Mamede Filho, LTC - 6ª Edição, 2003.

### 3.9. Bibliografia Complementar:

Circuitos Elétricos: Robert Bartkowiak, Makron Books; 1994;

|                                                               |               |                  |                     |                                    |                  |
|---------------------------------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|------------------------------------|------------------|
| <b>Curso:</b> Engenharia Química                              |               |                  |                     |                                    | <b>Ano:</b> 2010 |
| <b>Disciplina:</b> OPERAÇÕES UNITÁRIAS DA INDÚSTRIA QUÍMICA I |               |                  |                     | <b>Código:</b> 1531                | <b>Série:</b> 3a |
| <b>Carga horária semanal:</b>                                 | <b>T:</b> h/a | <b>Lab.:</b> h/a | <b>Projeto:</b> h/a | <b>Carga horária anual:</b> 80 h/a |                  |

### 3.1. Objetivos Gerais:

Espera-se que ao final desta disciplina o aluno seja capaz de:

- aplicar os conceitos pertinentes no dimensionamento de equipamentos utilizados em operações de Cominuição;
- aplicar os conceitos pertinentes no dimensionamento de equipamentos utilizados em operações de Separações Mecânicas;
- aplicar os conceitos pertinentes no dimensionamento de equipamentos utilizados em operações de Transporte de Sólidos; e
- aplicar os conceitos pertinentes no dimensionamento de equipamentos utilizados em operações de Misturas de líquidos, de pastas e de pós.

### 3.2. Objetivos Específicos:

Estudar as principais operações de separação mecânica de líquidos e sólidos e de sólidos e gases que ocorrem na maioria dos processos químicos. Os adimensionais envolvidos e as hipóteses simplificadoras dessas operações.

### 3.3. Ementa:

Cominuição. Separações Mecânicas. Transporte de Sólidos. Operações de Mistura.

### 3.4. Conteúdo Programático:

- COMINUIÇÃO
  - Princípios de cominuição
  - Análise granulométrica
  - Britadores, moinhos, peneiras
- SEPARAÇÕES MECÂNICAS
  - Filtração
  - Sedimentação
  - Centrifugação
  - Flotação
- TRANSPORTE DE SÓLIDOS
  - Armazenamento de sólidos
  - Transportadores e elevadores de sólidos
  - Transporte pneumático
- MISTURA (9 semanas)
  - Misturadores de líquidos
  - Misturadores de pastas
  - Misturadores de pós

### 3.5. Estimativa de cronograma para o desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos:

- COMINUIÇÃO (8 semanas)
- SEPARAÇÕES MECÂNICAS (14 semanas)
- TRANSPORTE DE SÓLIDOS (9 semanas)

### 3.6. Atividades desenvolvidas fora de sala de aula:

Projetos e exercícios para o dimensionamento de equipamentos de separações mecânicas são disponibilizados em sala de aula e no portal eletrônico do professor.

MANTENEDORA: INSTITUTO EDUCACIONAL OSWALDO QUIRINO LTDA. CNPJ nº 60.704.418/0001-01

Recredenciamento: Portaria MEC nº 752, de 08/08/2018, DOU de 09/08/2018, Seção 1, pág. 25

Rua Brigadeiro Galvão, 540 – CEP 01151-000 – São Paulo/SP – Tel.: (0xx11) 3824 3660 - [www.oswaldocruz.br](http://www.oswaldocruz.br) – e-mail: [secretariageral@oswaldocruz.br](mailto:secretariageral@oswaldocruz.br)

### **3.7. Metodologia:**

- a) Aulas expositivas, com a participação ativa dos estudantes, acompanhadas de exercícios relacionados com os assuntos abordados na teoria e voltados às suas aplicações em situações práticas da Engenharia Química;
- b) Execução de trabalhos individuais ou em grupos, bem como a realização de seminários, quando for o caso;
- c) Utilização de equipamentos de audiovisual tais como: retro-projetor, projetor de slides e videocassete, bem como a utilização de computadores, no que couber.

### **3.8. Bibliografia Básica:**

BENNET, C.O. ; MYERS, J.E. **Fenômenos de Transporte – Quantidade de Movimento, Calor e Massa**. São Paulo, Ed. McGraw Hill, 1978.

FOUST, A.S. et alii. **Princípios das Operações Unitárias**. 2ª ed. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Dois, 1982.

MCCABE, W.L. e SMITH, J.C. **Unit Operations of Chemical Engineering**. 4<sup>th</sup> ed. New York, McGraw Hill, 1985.

### **3.9. Bibliografia Complementar:**

MCKETA, J.J. **Unit Operations handbook**. 1<sup>st</sup> ed., Marcel Dekker, Inc. New York, 1993.

|                               |    |     |       |              |           |           |                      |         |
|-------------------------------|----|-----|-------|--------------|-----------|-----------|----------------------|---------|
| Curso: Engenharia Química     |    |     |       |              | Ano: 2010 |           |                      |         |
| Disciplina: FÍSICO-QUÍMICA II |    |     |       | Código: 1546 |           | Série: 3a |                      |         |
| Carga horária semanal:        | T: | h/a | Lab.: | h/a          | Projeto:  | h/a       | Carga horária anual: | 160 h/a |

**3.1. Objetivos Gerais:**

A aprendizagem e o entendimento dos conceitos físico-químicos visando aplicações práticas e sua utilização em disciplinas como: Operações Unitárias da Indústria Química I e II, Balanço Material e Energético I e II, Fenômenos de Transporte I e II, Termodinâmica Aplicada, Cinética Química e Cálculo de Reatores, Instrumentação Industrial e Controle de Processos e Materiais de Construção na Indústria Química.

- Dar o embasamento teórico para disciplinas a serem cursadas em anos posteriores como: Operações Unitárias, Cálculo de Reatores e Fenômenos de Transporte,
- Capacitar o desenvolvimento e a aplicação de modelos para descrever a realidade,
- Operacionalizar a resolução de problemas numéricos,
- Ler e interpretar textos,
- Elaborar e interpretar gráficos e fluxogramas.

**3.2. Objetivos Específicos:**

Espera-se que ao concluir esta disciplina o aluno seja capaz de:

- Diferenciar os estados físicos da matéria, destacando suas propriedades e métodos de medidas;
- Interpretar os diagramas de fases das substâncias puras e de soluções;
- Diferenciar as soluções ideais e não-ideais; e
- Conhecer noções básicas de Cinética-Química e de Eletroquímica, com ênfase às aplicações práticas.

|                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>3.3. Ementa:</b></p> <p>O conteúdo da disciplina visa prover o aluno de conhecimentos sobre: EQUILÍBRIO FÍSICO, SOLUÇÕES, CINÉTICA-QUÍMICA e ELETROQUÍMICA.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>3.4. Conteúdo Programático:</b></p> <p>Teoria</p> <p>EQUILÍBRIO FÍSICO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabilidade de fases</li> <li>- Diagrama do potencial químico em função da temperatura</li> <li>- Equação de Clapeyron e aplicações</li> <li>- Diagrama de fases de uma substância pura</li> <li>- Regra das fases</li> </ul> <p>SOLUÇÕES IDEAIS E NÃO IDEAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solução ideal e características</li> <li>- Soluções com dois ou mais componentes</li> <li>- Diagramas de soluções e sua interpretação</li> <li>- Regra da alavanca</li> <li>- Mudanças de estado com redução da pressão isotermicamente e com o aumento da temperatura isobaricamente</li> <li>- Soluções não-ideais e características</li> <li>- Destilação fracionada</li> <li>- Misturas azeotrópicas</li> <li>- Leis de Raoult e de Henry</li> <li>- Lei da distribuição de Nernst</li> <li>- Misturas eutéticas</li> </ul> <p>CINÉTICA-QUÍMICA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definições dos termos cinéticos</li> <li>- Leis de velocidade</li> <li>- Determinação da ordem e da constante de velocidade de uma reação química</li> <li>- Equação de Arrhenius</li> <li>- Teorias das Colisões e do Estado de transição</li> <li>- Catálise</li> <li>- Estudo de mecanismos de reações</li> <li>- Aproximação do estado estacionário</li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## ELETROQUÍMICA

- Células galvânicas e eletrolíticas
- Potencial de eletrodos
- Tipos de eletrodos
- Equação de Nernst
- Termodinâmica das reações eletroquímicas
- Eletrólise
- Leis de Faraday
- Células de concentração
- Obtenção da constante de equilíbrio a partir de medidas eletroquímicas

## Laboratório - Experiências

- 1o Grupo - Oxigênio dissolvido
  - Viscosidade de líquidos - Viscosímetro de Ostwald
- 2o Grupo - Tensão superficial - Ascensão capilar
  - Adsorção de líquidos em sólidos - Isoterma de Freundlich
- 3o Grupo - Calor de neutralização - Calorímetro de Dewar
  - Lei de Hess - Calorímetro de Dewar
- 4o Grupo - Destilação fracionada
  - Sistema líquido ternário
- 5o Grupo - Determinação da ordem de uma reação – Fotocolorímetro
  - Determinação da constante de velocidade de uma reação – Titulometria
- 6o grupo - Pilha de Daniell - Equação de Nernst
  - Célula de concentração
  - Determinação do produto de solubilidade – Potenciometria

### 3.5. Estimativa de cronograma para o desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos:

#### Teoria

- EQUILÍBRIO FÍSICO (7 semanas)
- SOLUÇÕES IDEAIS E NÃO IDEAIS (6 semanas)
- CINÉTICA-QUÍMICA (7 semanas)
- ELETROQUÍMICA (7 semanas)
- Laboratório – Experiências (13 semanas)

### 3.6. Atividades desenvolvidas fora de sala de aula:

Exercícios e Trabalhos disponibilizados pelo professor em portal do professor ou em sala de aula.

### 3.7. Metodologia:

1. Aulas teóricas expositivas, com a participação ativa dos estudantes, acompanhadas de exercícios relacionados com os assuntos abordados na teoria e direcionados para aplicações em situações práticas visando à interdisciplinaridade.
2. Execução de trabalhos individuais ou em grupo, como por exemplo: leitura e interpretação de textos, elaboração e interpretação de tabelas e gráficos e realização de pesquisas.
3. Utilização de equipamentos de audiovisuais como: retroprojektor, data—show e multimídia, e computadores no que couber.
4. Aulas práticas acompanhadas de estudo dirigido e de material digital, específicos, para a elaboração dos relatórios.

### 3.8. Bibliografia Básica:

- ATKINS, Peter. *Físico - Química*. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- CASTELLAN, Gilbert. *Fundamentos de Físico – Química*. Rio de Janeiro: LTC, 1995.
- DAUBERT, T.E. *Chemical Engineering Thermodynamics*. New York: McGraw-Hill, 1985.

### 3.9. Bibliografia Complementar:

- MENGOD, Maria O. A. e outros. *Apostila de Laboratório de Físico-Química*. São Paulo: CAVOC, 2003.
- RANGEL, Renato N. *Práticas de Físico-Química*. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.
- SHOEMAKER, G. et alii. *Experimental in Physical Chemistry*. New York: McGraw-Hill, 1997.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |           |              |                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|--------------|----------------------|-----------|
| Curso: Engenharia Química                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |           |              |                      | Ano:2010  |
| Disciplina: QUÍMICA ANALÍTICA E ANÁLISE INSTRUMENTAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |           |              | Código: 1547         | Série: 3a |
| Carga horária semanal:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | T: h/a | Lab.: h/a | Projeto: h/a | Carga horária anual: | 160h/a    |
| 3.1. Objetivos Gerais:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |           |              |                      |           |
| Capacitar o profissional na área de Engenharia Química com conhecimento sólido e abrangente no desenvolvimento das técnicas básicas de utilização de laboratórios e equipamentos necessários para garantir qualidade dos serviços prestados em relação às metodologias analíticas químicas clássica e instrumental, visando desenvolver no aluno o hábito de estudo, rigor e precisão no uso de linguagem científica, os temas desenvolvidos contribuirão para o conhecimento de processos químicos industriais, aplicação em automação e controle de qualidade em processos químicos.       |        |           |              |                      |           |
| 3.2. Objetivos Específicos:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |           |              |                      |           |
| Desenvolver no aluno a compreensão dos conceitos, leis e princípios relacionados à Análise Química, desenvolver a comunicação correta de resultados experimentais de estudos em laboratório, assim como, ler, compreender e interpretar as linguagens científicas, orais e escritas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |           |              |                      |           |
| Desenvolver no aluno o saber conduzir análises químicas por métodos clássicos e instrumentais, bem como conhecer os princípios básicos de funcionamento dos equipamentos utilizados, as potencialidades e limitações das diferentes técnicas de análise.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |           |              |                      |           |
| Desenvolver no aluno o interesse no auto-aperfeiçoamento contínuo, curiosidade e capacidade para estudos individuais ou em grupo, espírito investigativo, criatividade e iniciativa na busca de soluções para questões relacionadas com a Química Analítica e Análise Instrumental, considerando a utilização de processos de manuseio e descarte de materiais e de rejeitos, tendo em vista a preservação da qualidade do ambiente.                                                                                                                                                         |        |           |              |                      |           |
| 3.3. Ementa:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |           |              |                      |           |
| A disciplina introduz o aluno na Química Analítica Clássica e Instrumental, abordando os conceitos fundamentais de: equilíbrio de solubilidade, equilíbrio ácido-base, análises titrimétricas, com abordagem qualitativa e quantitativa, métodos espectrofotométricos, métodos potenciométricos e cromatografia. A disciplina apresenta os fundamentos das Análises Químicas, abordando as técnicas, a linguagem e a simbologia específica da área, enfocando a interpretação dos fenômenos químicos presentes, os assuntos são tratados sempre com abordagens tanto teórica quanto prática. |        |           |              |                      |           |
| 3.4. Conteúdo Programático:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |           |              |                      |           |
| TEORIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |           |              |                      |           |
| 1. FUNDAMENTOS DA ANÁLISE QUÍMICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |           |              |                      |           |
| 2. EQUILÍBRIO DE SOLUBILIDADE:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |           |              |                      |           |
| 2.1 Produto de solubilidade e solubilidade em água                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |           |              |                      |           |
| 2.2 Efeito de íon comum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |           |              |                      |           |
| 2.3 Precipitação seletiva.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |           |              |                      |           |
| 3. EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |           |              |                      |           |
| 3.1 Cálculos de pH e pOH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |           |              |                      |           |
| 3.2 Dissociação de ácidos e bases fortes e fracos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |           |              |                      |           |
| 3.3 Hidrólise de sais                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |           |              |                      |           |
| 3.4 Sistema tampão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |           |              |                      |           |
| 4. ANÁLISE TITRIMÉTRICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |           |              |                      |           |
| 4.1 Titulações: fundamentos, técnicas e aplicações.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        |           |              |                      |           |
| 4.2 Titulações ácido-base: fundamentos, indicadores e aplicações, curvas de neutralização.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |           |              |                      |           |
| 4.3 Titulações de precipitação: métodos, técnicas, tipos de indicadores, curva de titulação e aplicações.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |           |              |                      |           |
| 4.4 Titulações de oxidação-redução: métodos, tipos de indicadores, variação do potencial no curso da titulação, aplicações.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |           |              |                      |           |
| 4.5 Titulações por complexometria: construção da curva de titulação e indicadores metal-crômicos, aplicações.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |           |              |                      |           |
| 5. MÉTODOS ESPECTROFOTOMÉTRICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |           |              |                      |           |
| 5.1 Espectrofotometria Eletrônica Molecular (regiões do visível e ultravioleta): fundamentos, técnicas e aplicações.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |           |              |                      |           |
| 5.2 Espectroscopia de Absorção Atômica: fundamentos, técnicas e aplicações.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |           |              |                      |           |
| 5.3 Espectroscopia de Emissão Atômica: fundamentos, técnicas e aplicações.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |           |              |                      |           |
| 5.4 Espectroscopia Vibracional (região do infravermelho): fundamentos, técnicas e aplicações.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |           |              |                      |           |
| 6. MÉTODOS POTENCIOMÉTRICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |           |              |                      |           |

6.1 Fundamentos da eletroquímica

6.2 Potenciometria: fundamentos, técnicas e aplicações.

## 7. CROMATOGRAFIA

7.1 Cromatografia Gasosa: fundamentos, técnicas e aplicações.

7.2 Cromatografia Líquida de Alta Eficiência: fundamentos, técnicas e aplicações.

## LABORATÓRIO

### I. QUÍMICA ANALÍTICA

1. Técnicas básicas e equipamentos de análise química qualitativa
2. Separação e identificação qualitativa do 1º grupo de cátions
3. Separação e identificação qualitativa do 2º grupo de cátions
4. Separação e identificação qualitativa do 3º grupo de cátions
5. Separação e identificação qualitativa do 4º grupo de cátions
6. Análise qualitativa de ânions.
7. Técnicas básicas e equipamentos de análise química quantitativa
8. Preparação e padronização de uma solução de ácido clorídrico
9. Preparação e padronização de uma solução de hidróxido de sódio
10. Padronização de solução aquosa de nitrato de prata e determinação de brometo de potássio em amostra.
11. Padronização de solução aquosa de permanganato de potássio e análise de água oxigenada.
12. Determinação de dureza de águas e determinação de íons magnésio com sal dissódico de EDTA.
13. Dosagem de álcalis em amostra.

### II. ANÁLISE INSTRUMENTAL

1. Natureza e Validade de Medidas
2. Espectros de transmissão e absorção de permanganato de potássio.
3. Determinação quantitativa de espécie absorvente: permanganato de potássio.
4. Determinação simultânea das espécies absorventes: fenolftaleína e verde de bromocresol.
5. Constantes de dissociação de indicador.
6. Identificação dos componentes básicos de um espectrômetro de emissão de chama, obtenção da curva analítica da solução aquosa do íon sódio.
7. Titulação potenciométrica de neutralização entre solução aquosa de ácido clorídrico e hidróxido de sódio.
8. Titulação potenciométrica de precipitação.
9. Titulação potenciométrica de oxidação-redução.
10. Condutimetria: fundamentos, medidas e aplicações. Condutância de eletrólitos.
12. Condutimetria de Neutralização de ácido fraco (ácido acético) com base forte (hidróxido de sódio).
13. Condutimetria de Neutralização de ácido forte (ácido clorídrico) com base forte (hidróxido de sódio).

### 3.5. Estimativa de cronograma para o desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos:

1. FUNDAMENTOS DA ANÁLISE QUÍMICA (1 semana)
2. EQUILÍBRIO DE SOLUBILIDADE: (2 Semanas)
3. EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE (4 Semanas)
4. ANÁLISE TITRIMÉTRICA (5 Semanas)
5. MÉTODOS ESPECTROFOTOMÉTRICOS (5 Semanas)
6. MÉTODOS POTENCIOMÉTRICOS (2 Semanas)
7. CROMATOGRAFIA (1 Semana)

LABORATÓRIO I. QUÍMICA ANALÍTICA (10 semanas)

LABORATÓRIO II. ANÁLISE INSTRUMENTAL (10 semanas)

### 3.6. Atividades desenvolvidas fora de sala de aula:

Os professores disponibilizam listas de exercícios e trabalhos em sala e no portal da Faculdade.

**3.7. Metodologia:** A disciplina é apresentada em 3,0 aulas teóricas e 2,0 aulas práticas semanais. As aulas teóricas são destinadas à apresentação dos conceitos referidos no conteúdo teórico, sendo ministradas através de recursos audiovisuais, como retro-projetor, além da tradicional aula expositiva. As aulas práticas são destinadas ao desenvolvimento da aplicação de metodologia de análise química ao aluno, bem como a consolidação dos conceitos vistos nas aulas teóricas, sendo realizadas 2,0 aulas de Química Analítica e 2,0 aulas de Análise Instrumental, com revezamento quinzenal, em laboratórios adequadamente equipados. Exercícios de fixação, de forma continuada, são realizados nas aulas teóricas sob a supervisão do professor. Nas atividades de laboratórios aspectos da confecção dos relatórios, tais como a escrita, organização e apresentação geral dos mesmos merecem destaque na sua forma de apresentação.

MANTENEDORA: INSTITUTO EDUCACIONAL OSWALDO QUIRINO LTDA. CNPJ nº 60.704.418/0001-01

Recredenciamento: Portaria MEC nº 752, de 08/08/2018, DOU de 09/08/2018, Seção 1, pág. 25

Rua Brigadeiro Galvão, 540 – CEP 01151-000 – São Paulo/SP – Tel.: (0xx11) 3824 3660 - [www.oswaldocruz.br](http://www.oswaldocruz.br) – e-mail: [secretariageral@oswaldocruz.br](mailto:secretariageral@oswaldocruz.br)

### **3.8. Bibliografia Básica:**

HARRIS, Daniel C. **Análise Química Quantitativa**. Tradução de José Alberto Portela Bonapace, Oswaldo Esteves Barcia. 6.ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2005.

MANDHAM, J. ;DENNEY, R.; BARNES, J. D.; THOMAS, M. **Vogel - Análise Química Quantitativa**. Tradução: Júlio Carlos Afonso, Paula Fernandes de Aguiar, Ricardo Bicca de Alencastro. 6.ed., Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2002.

### **3.9. Bibliografia Complementar:**

SKOOG, D. A.; HOLLER, F.J.; NIEMAN, T.A. **Princípios de Análise Instrumental**. São Paulo, SP: Bookman, 2002.

VOGEL, A.I. **Química Analítica Qualitativa**. São Paulo, SP: Ed. Mestre Jou, 1981

|                                                  |               |                  |                     |                                     |                  |
|--------------------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------|
| <b>Curso:</b> Engenharia Química                 |               |                  |                     |                                     | <b>Ano:</b> 2010 |
| <b>Disciplina:</b> BALANÇO MATERIAL E ENERGÉTICO |               |                  |                     | <b>Código:</b> 1548                 | <b>Série:</b> 3a |
| <b>Carga horária semanal:</b>                    | <b>T:</b> h/a | <b>Lab.:</b> h/a | <b>Projeto:</b> h/a | <b>Carga horária anual:</b> 160 h/a |                  |

**3.1. Objetivos Gerais:**

Espera-se que ao final desta disciplina o aluno seja capaz de aplicar os conceitos pertinentes no dimensionamento de quantidades de energia, de vazões e/ou quantidades de massa envolvidas em reações químicas e/ou transformações físicas.

A disciplina Balanço Material e Energético procura relacionar todos os conceitos já estudados anteriormente em outras disciplinas, tais como: Química Geral e Inorgânica, Química Orgânica, Físico Química I e Físico-Química II a situações tipicamente encontradas em processos industriais, fornecendo o embasamento teórico necessário para se analisar o comportamento de processos que envolvam relações de energia trocadas em reações químicas e/ou transformações físicas.

**3.2. Objetivos Específicos:**

Aplicar os conceitos de Balanço Material em processos industriais, adequando-os a realidade prática.

Compreender os conceitos fundamentais do Balanço Material, desenvolvendo técnicas que permitam sua aplicação prática.

Capacitar os estudantes a interpretar a utilização das técnicas do reciclo, bypass e purga, com ou sem reações químicas.

Aplicar estes conceitos a processos que envolvam mais de uma unidade, adequando a realidade prática do engenheiro, respeitando os princípios de eficiência, segurança, economia e qualidade.

**3.3. Ementa:**

Balanço Material por técnicas algébricas/ balanço material com várias unidades/ Reciclo By pass e purga sem reação química/ Balanço Material em sistemas Reativos ( RL, RE, grau de conversão, rendimento, % em excesso, etc.)/ Reação de Combustão/Balanço Material em sistemas reativos com reciclo. Conceitos fundamentais de balanço de energia sem reação química; Balanço material e energético em sistema fechado a pressão constante e à pressão variável; Balanço material e energético em sistema aberto, contínuo e a pressão constante.; Conceitos Fundamentais de Balanço de energia com reação Química; Cálculo do Poder Calorífico inferior e superior; Balanço material e energético de combustão; Calor de formação - Lei de Hess; Balanço de Energia com Produtos e Reagentes à temperatura padrão; Balanço de Energia com Produtos e Reagentes a temperaturas diferentes da padrão; Balanço Material e Energético em Sistemas complexos.

**3.4. Conteúdo Programático:**

- Balanço Material por técnicas algébricas: aplicação da equação de balanço material em sistemas mais simples envolvendo apenas uma unidade. Conceito de Base de cálculo.
- Balanço material com várias unidades: balanços mais complexos envolvendo maior quantidade de equipamentos.
- Balanço material com reciclo, bypass e purga sem reação química.
- Balanço material em sistemas reativos: Reagente limitante, reagente em excesso, grau de conversão, rendimento, porcentagem em excesso.
- Reações de combustão: análise de Orsat, combustão de gases, líquidos e sólidos; balanços em sistemas reativos envolvendo combustão.
- Balanço material em sistemas reativos com reciclo.
- Fundamentos do balanço de energia sem reação química
- Balanço Material e energético em sistemas fechados à pressão constante e à pressão variável.
- Bálano Material e energético em sistemas abertos, contínuos e a pressão constante.
- Fundamentos do balanço energético com reação química.
- Cálculo do Poder calorífico inferior e superior e sua utilização.
- Balanço material e energético de combustão em sistemas abertos, contínuos e com pressão constante.
- Calores de formação – Lei de Hess.
- Balanço de energia com Produtos e reagentes à temperatura padrão.
- Balanço de energia com produtos e reagentes a uma temperatura diferente da padrão.
- Balanço Material e Energético em processos complexos.

### 3.5. Estimativa de cronograma para o desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos:

- Balanço Material por técnicas algébricas: **(4 semanas)**
- Balanço material com várias unidades: **(3 semanas)**
- Balanço material com reciclo, bypass e purga sem reação química. **(1 semana)**
- Balanço material em sistemas reativos: **(5 semanas)**
- Reações de combustão: **(4 semanas)**
- Balanço material em sistemas reativos com reciclo. **(3 semanas)**
- Fundamentos do balanço de energia sem reação química **(2 semanas)**
- Balanço Material e energético em sistemas fechados à pressão constante e à pressão variável. **(2 semanas)**
- Bálano Material e energético em sistemas abertos, contínuos e a pressão constante. **(3 semanas)**
- Fundamentos do balanço energético com reação química. **(1 semana)**
- Cálculo do Poder calorífico inferior e superior e sua utilização. **(2 semanas)**
- Balanço material e energético de combustão em sistemas abertos, contínuos e com pressão constante.
- Calores de formação – Lei de Hess. **(3 semanas)**
- Balanço de energia com Produtos e reagentes à temperatura padrão. **(2 semanas)**
- Balanço de energia com produtos e reagentes a uma temperatura diferente da padrão. **(3 semanas)**
- Balanço Material e Energético em processos complexos. **(2 semanas)**

### 3.6. Atividades desenvolvidas fora de sala de aula:

Trabalhos e exercícios extra sala são disponibilizados pelo professor em sala e no portal eletrônico.

### 3.7. Metodologia:

- Aulas expositivas, com a participação ativa dos estudantes, acompanhadas de exercícios relacionados com os assuntos abordados na teoria e voltados às suas aplicações em situações práticas da Engenharia Química;
- Execução de trabalhos individuais ou em grupos, bem como a realização de seminários, quando for o caso;
- Utilização de equipamentos de audiovisual tais como: retro-projetor, projetor de slides e videocassete, bem como a utilização de computadores, no que couber.

### 3.8. Bibliografia Básica:

HIMMELBLAU, D. M., **Engenharia Química Princípios e Cálculos**, 6ª Edição, Prentice Hall do Brasil, 1998.

FELDER, R. M., & ROUSSEAU, R. W., **Elementary Principles of Chemical Processes**.

GOMIDE, R., **Estequiometria Industrial**, 2ª Edição, 1979.

### 3.9. Bibliografia Complementar:

HILSDORF, J. W., BARROS, N. D., TASSINARI, C.A., COSTA, I., **Química Tecnológica**, Ed. Thomson, São Paulo, 2004.

BRASIL, N. I., **Introdução à Engenharia Química**, Ed. Interciência, 1999.

FELDER, M.R. e ROUSSEAU, R.W. **Elementary Principles of Chemical Processes**. New York, John Wiley e Sons Inc., 1978.

DE AUGUSTINIS, M. **Balanços Material e Energético**. São Paulo, 1992.

