



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS**  
**Coordenadoria do Curso de Graduação em Química**  
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima - Trindade  
CEP 88040.900 - Florianópolis SC  
Fone: (48) 3721-6853/2312  
E-mail: [quimica@contato.ufsc.br](mailto:quimica@contato.ufsc.br) - <http://quimica.ufsc.br/>



**PLANO DE ENSINO ADAPTADO**  
**SEMESTRE - 2021.1**

Plano de ensino elaborado em caráter excepcional para substituição das aulas presenciais por atividades pedagógicas não presenciais, enquanto perdurar a pandemia do novo coronavírus – COVID-19, em observância à Resolução Normativa n.140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020, Portaria MEC 544, de 16 de junho de 2020, e Ofício 003/2021/PROGRAD, disponíveis para consulta no repositório institucional (<http://repositorio.ufsc.br/>).

**I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA**

| CÓDIGO  | NOME DA DISCIPLINA                            | TURMA | Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS |          | TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS |
|---------|-----------------------------------------------|-------|---------------------------|----------|--------------------------------|
|         |                                               |       | TEÓRICAS                  | PRÁTICAS |                                |
| QMC5323 | Eletroanalítica e Princípios de Eletroquímica | 06003 | 04                        | 00       | 72                             |

**II. PROFESSOR MINISTRANTE**

Cristiane Luisa Jost

**III. PRÉ-REQUISITO**

| CÓDIGO  | NOME DA DISCIPLINA                        |
|---------|-------------------------------------------|
| QMC5302 | Equilíbrios Químicos e Métodos de Análise |
| FSC5113 | Física III                                |

**IV. CURSO PARA O QUAL A DISCIPLINA É OFERECIDA**

Curso de Graduação em Química

**V. EMENTA**

Princípios de eletroquímica, termodinâmica e cinética eletroquímica, região interfacial e transporte de massa. Métodos eletroanalíticos, potenciometria, coulometria, eletrogravimetria, voltametria e condutimetria.

**VI. OBJETIVOS**

**GERAL:**

- Estudar os conceitos fundamentais da eletroquímica e dos métodos eletroanalíticos.

**ESPECÍFICOS:**

- Abordar os conceitos fundamentais da eletroquímica para compreensão dos princípios e funcionamentos dos métodos eletroanalíticos.
- Familiarizar o aluno dos tipos de métodos eletroanalíticos, eletrodos e aplicações.
- Discutir as vantagens e desvantagens dos métodos instrumentais *versus* métodos clássicos de análises.

**VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

**1. PRINCÍPIOS DE ELETROQUÍMICA.** Introdução, condutividade e mobilidade iônica, reações de oxidorredução, células eletroquímicas, potenciais em células eletroquímicas e energia livre, potenciais de eletrodo e diagramas do estado de oxidação, potencial de junção líquida, classificação dos eletrodos, equação de Nernst, transporte de massa: difusão, convecção e migração, dupla camada elétrica: modelos, tensão superficial, densidade de carga e capacitância.

- 2. POTENCIOMETRIA.** Eletrodos de referência. Eletrodos indicadores. Instrumentos para medidas de potenciais de células. Medidas potenciométricas diretas e titulações potenciométricas. Aplicações.
- 3. CONDUTIMETRIA.** Definições e unidades, células de condutância, constante de células, condutância equivalente e condutância molar, eletrólitos fracos e fortes, migração independente dos íons, titulações condutométricas.
- 4. MÉTODOS ELETROANALÍTICOS.** Introdução, tipos e propriedades dos materiais usados na construção de sensores, preparação e limpeza da superfície dos eletrodos, eletrólito suporte, remoção de oxigênio.
- 5. VOLTAMETRIA.** Programas de potencial, instrumentação e células, voltametria hidrodinâmica, voltametria cíclica, polarografia, métodos voltamétricos e polarográficos de pulso, métodos de redissolução. Aplicações.
- 6. ELETROGRAVIMETRIA.** Introdução. Funcionamento de uma célula com potencial constante, corrente constante e potencial do eletrodo constante. Instrumentação. Aplicações.
- 7. COULOMETRIA.** Introdução. Conceito e unidades. Leis de Faraday. Coulometria potencioestática e amperostática. Titulação coulométrica *versus* titulação clássica. Aplicações.

## VIII. METODOLOGIA DE ENSINO REMOTO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

A metodologia tem como base atividades de ensino síncronas e assíncronas, a partir do uso de recursos de tecnologias da informação e comunicação, via Moodle UFSC:

1. Atividades assíncronas: Video-aulas gravadas; leitura de material (slides, artigos, textos); leitura da bibliografia básica; estudos dirigidos; resolução de listas de exercícios.
2. Atividades síncronas: - Sala virtual para atividades como chat, atendimento aos alunos e webinar ao vivo (via Google Meet), em conformidade com o processo de aprendizagem. As atividades síncronas serão realizadas no horário previsto da aula. O link para a sala virtual da disciplina estará disponível no Moodle UFSC.

### Observações gerais

- a) Espera-se dos(as) discentes condutas adequadas ao contexto acadêmico. Atos que sejam contra: a integridade física e moral da pessoa; o patrimônio ético, científico, cultural, material e, inclusive o de informática; e o exercício das funções pedagógicas, científicas e administrativas, poderão acarretar abertura de processo disciplinar discente, nos termos da Resolução nº 017/CUn/97, que prevê como penalidades possíveis a advertência, a repreensão, a suspensão e a eliminação (desligamento da UFSC).
- b) Devem ser observados os direitos de imagem tanto de docentes, quanto de discentes, sendo vedado disponibilizar, por quaisquer meios digitais ou físicos, os dados, a imagem e a voz de colegas e do(a) professor(a), sem autorização específica para a finalidade pretendida e/ou para qualquer finalidade estranha à atividade de ensino, sob pena de responder administrativa e judicialmente.
- c) Todos os materiais disponibilizados no ambiente virtual de ensino-aprendizagem são exclusivamente para fins didáticos, sendo vedada a sua utilização para qualquer outra finalidade, sob pena de responder administrativa e judicialmente.
- d) Somente poderão ser gravadas pelos discentes as atividades síncronas propostas mediante concordância prévia dos docentes e colegas, sob pena de responder administrativa e judicialmente.
- e) A gravação das aulas síncronas pelo(a) docente deve ser informada aos discentes, devendo ser respeitada a sua liberdade quanto à exposição da imagem e da voz.
- f) A liberdade de escolha de exposição da imagem e da voz não isenta o(a) discente de realizar as atividades avaliativas originalmente propostas ou alternativas, devidamente especificadas no plano de ensino.
- g) Os materiais disponibilizados no ambiente virtual possuem licenças de uso e distribuição específicas, a depender de cada situação, sendo vedada a distribuição do material cuja licença não o permita, ou sem a autorização prévia dos(as) professores(as) para o material de sua autoria.

## IX. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A verificação do alcance dos objetivos será feita de forma progressiva, através de instrumentos de avaliação. Serão realizadas três avaliações parciais escritas, relativas ao conteúdo teórico:

- Disponibilização da 1ª. avaliação parcial: 13 de Julho de 2021 – Unidade 1.  
Prazo para entrega da 1ª. avaliação parcial pelo discente: 15 de Julho de 2021.
- Disponibilização da 2ª. avaliação parcial: 19 de Agosto de 2021 – Unidades 2 e 3.  
Prazo para entrega da 2ª. avaliação parcial pelo discente: 21 de Agosto de 2021.
- Disponibilização da 3ª. avaliação parcial: 23 de Setembro de 2021 – Unidades 4 a 7.

Prazo para entrega da 3ª. avaliação parcial pelo discente: 25 de Setembro de 2021.

Cada avaliação parcial será disponibilizada pelo professor via Moodle UFSC. A verificação do rendimento se dará pela avaliação da produção escrita, com entrega individual do documento pelo discente, via mensagem de email ([cristiane.jost@gmail.com](mailto:cristiane.jost@gmail.com)), conforme o prazo estipulado para cada avaliação parcial, de forma assíncrona.

A frequência será registrada pela entrega das três atividades avaliativas parciais no prazo estipulado.

A média das três avaliações parciais compõe a nota final da disciplina. Para divulgação das notas, será utilizado preferencialmente o livro de notas do Moodle.

#### **X. NOVA AVALIAÇÃO**

O aluno com frequência suficiente (FS) e média das notas de avaliações do semestre entre 3,0 (três) e 5,5 (cinco vírgula cinco) terá direito a uma nova avaliação no final do semestre. Data prevista para a disponibilização da nova avaliação: 28 de Setembro de 2021. Data prevista para a entrega da resolução da nova avaliação, pelo discente: 30 de Setembro de 2021.

#### **XI. CRONOGRAMA**

| <b>CRONOGRAMA TEÓRICO</b> |              |                                                                       |                                                                    |            |
|---------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Semana</b>             | <b>Data</b>  | <b>Conteúdo</b>                                                       | <b>Metodologia prevista</b>                                        | <b>H/A</b> |
| <b>1</b>                  | <b>15/06</b> | Início do semestre 2021/1<br>Apresentação do plano de ensino adaptado | Síncrona: via web<br>conferência e material no Moodle              | 2          |
|                           | <b>17/06</b> | Princípios de Eletroquímica                                           | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle         | 2          |
| <b>2</b>                  | <b>22/06</b> | Princípios de Eletroquímica                                           | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle         | 2          |
|                           | <b>24/06</b> | Princípios de Eletroquímica                                           | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle         | 2          |
| <b>3</b>                  | <b>29/06</b> | Princípios de Eletroquímica                                           | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle         | 2          |
|                           | <b>1o/07</b> | Princípios de Eletroquímica                                           | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle         | 2          |
| <b>4</b>                  | <b>06/07</b> | Princípios de Eletroquímica                                           | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle         | 2          |
|                           | <b>08/07</b> | Princípios de Eletroquímica                                           | Síncrona: via web<br>conferência e material para leitura no Moodle | 2          |
| <b>5</b>                  | <b>13/07</b> | <b>1ª. Avaliação parcial</b>                                          | Assíncrona, disponibilização do material no Moodle                 | 2          |
|                           | <b>15/07</b> | <b>Prazo para entrega da 1ª. Avaliação pelo discente</b>              | Entrega individual, via mensagem de email ao docente               |            |
|                           |              | Potenciometria                                                        | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle         | 2          |
| <b>6</b>                  | <b>20/07</b> | Potenciometria                                                        | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle         | 2          |
|                           | <b>22/07</b> | Potenciometria                                                        | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no                | 2          |

|    |       |                                                          |                                                                 |   |
|----|-------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---|
|    |       |                                                          | Moodle                                                          |   |
| 7  | 27/07 | Potenciometria                                           | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
|    | 29/07 | Potenciometria                                           | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
| 8  | 03/08 | Potenciometria                                           | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
|    | 05/08 | Condutimetria                                            | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
| 9  | 10/08 | Condutimetria                                            | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
|    | 12/08 | Condutimetria                                            | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
| 10 | 17/08 | Potenciometria/Condutimetria                             | Síncrona: via web conferência e material para leitura no Moodle | 2 |
|    | 19/08 | <b>2ª. Avaliação parcial</b>                             | Assíncrona, disponibilização do material no Moodle              | 2 |
|    | 21/08 | <b>Prazo para entrega da 2ª. Avaliação pelo discente</b> | Entrega individual, via mensagem de email ao docente            |   |
| 11 | 24/08 | Métodos eletroanalíticos/Voltametria                     | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
|    | 26/08 | Voltametria                                              | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
| 12 | 31/08 | Voltametria                                              | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
|    | 02/09 | Voltametria                                              | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
| 13 | 07/09 | Voltametria                                              | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
|    | 09/09 | Voltametria                                              | Síncrona: via web conferência e material para leitura no Moodle | 2 |
| 14 | 14/09 | Eletrogravimetria                                        | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
|    | 16/09 | Coulometria                                              | Assíncrona: aula gravada e material para leitura no Moodle      | 2 |
| 15 | 21/09 | Finalização Métodos eletroanalíticos                     | Síncrona: via web conferência e material para leitura no Moodle | 2 |
|    | 23/09 | <b>3ª. Avaliação parcial</b>                             | Assíncrona, disponibilização do material no Moodle              | 2 |
|    | 25/09 | <b>Prazo para entrega da 3ª. Avaliação pelo</b>          | Entrega individual, via                                         |   |

|           |              |                                                    |                                                      |   |
|-----------|--------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---|
|           |              | <b>discente</b>                                    | mensagem de email ao docente                         |   |
| <b>16</b> | <b>28/09</b> | Nova avaliação                                     | Assíncrona, disponibilização do material no Moodle   | 2 |
|           | <b>30/09</b> | Prazo para entrega da nova avaliação pelo discente | Entrega individual, via mensagem de email ao docente | 2 |
|           | <b>02/10</b> | Apresentação das notas finais                      | Livro de notas Moodle                                |   |

## **XII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

- D. Skoog; D. West; J. Holler; S. Crouch. **Fundamentos de Química Analítica**, tradução da 8ª. edição norte americana, Thomson, Brasil, 2005.
- D. Skoog; J. Holler; T. Nieman. **Princípios de Análise Instrumental**, 6ª. ed., Bookman, Brasil, 2009.
- D. C. Harris. **Análise Química Quantitativa**, 8ª. ed., LTC, Brasil, 2012.

## **XIII. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

- G. Christian & J. O'Reilly. **Instrumental Analysis**, 2<sup>nd</sup>. ed., Allyn and Baccon Inc., Singapura, 1987.
- F. Cienfuegos & D. Vaitsman. **Análise Instrumental**. Interciência, 2000.
- D. Sawyer; W. Heineman; J. Beebe. **Chemistry Experiments for Instrumental Methods**, John Wiley & Sons, USA, 1984.
- A.M. Brett & C.M.A. Brett. **Electrochemistry: principles, methods and applications**. Oxford: Oxford University Press, 1993. 427 p.
- F. Scholz, **Electroanalytical Methods**, 2<sup>nd</sup>. ed., New York, 2010.
- P. T. Kissinger & W. R. Heineman. **Laboratory Techniques in Electroanalytical Chemistry**, 2<sup>nd</sup>. ed. New York, 1996.
- J. Wang. **Analytical Electrochemistry**, VCH, New York, 1995.
- D. Harvey. **Modern Analytical Chemistry**, New York, 2000.

## **XIV. BIBLIOGRAFIA BÁSICA PARA O ENSINO REMOTO**

- F. Scholz (Eds.). **Electroanalytical Methods: Guide to Experiments and Applications**. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-662-04757-6> Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002. Print ISBN 978-3-642-07591-9; Online ISBN 978-3-662-04757-6  
<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-662-04757-6>
- J. Janata. **Principles of Chemical Sensors**. DOI <https://doi.org/10.1007/b136378>. Springer Science+Business Media, LLC 2009. Print ISBN 978-0-387-69930-1; Online ISBN 978-0-387-69931-8  
<https://link.springer.com/book/10.1007%2Fb136378>
- J.M. Pingarrón, J. Labuda, J. Barek, C.M.A. Brett, M.F. Camões, M. Fojta and D.B. Hibbert. IUPAC Recommendations: Terminology of electrochemical methods of analysis (IUPAC Recommendations 2019). *Pure Appl. Chem.* 2020; 92(4): 641–694. <https://doi.org/10.1515/pac-2018-0109>
- K. Danzer. **Analytical Chemistry: Theoretical and Metrological Fundamentals**. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-540-35990-6> Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007. Print ISBN 978-3-540-35988-3; Online ISBN 978-3-540-35990-6  
<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-540-35990-6>
- M. Valcárcel. **Principles of Analytical Chemistry: A Textbook**. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-642-57157-2> Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000. Print ISBN 978-3-642-62959-4; Online ISBN 978-3-642-57157-2  
<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-642-57157-2>

## **XV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR PARA O ENSINO REMOTO**

- Todo o material complementar (slides, artigos, textos) será disponibilizado pelo docente através do Moodle UFSC.

## **XVI. OBSERVAÇÕES**

- Canal de comunicação preferencial: mensagem/aviso via Moodle UFSC.
- Este plano de ensino é constituído de atividades previstas; desta forma, poderá sofrer alterações.



Documento assinado digitalmente

Cristiane Luisa Jost

Data: 13/05/2021 14:42:06-0300

CPF: 001.093.820-64

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Assinatura do Professor



Documento assinado digitalmente

Nito Angelo Debacher

Data: 13/05/2021 19:36:30-0300

CPF: 298.522.939-15

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Assinatura do Chefe do Departamento

Aprovado no Colegiado do Depto. \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_