

# Eletroquímica Industrial

**Ocorrência:** 1.º Ano, 2.º Semestre

**Carga Horária:** TP: 37,5

**Área Científica:** Engenharia Química e Industrial

**Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Pretende-se que os estudantes adquiram competências na área da eletroquímica industrial aplicada à produção de diversos produtos químicos e tratamento de efluentes perigosos, recorrendo a várias ferramentas e técnicas eletroquímicas. Pretende-se ainda que os estudantes desenvolvam conhecimentos que permitam a atualização e o progresso na área de aplicação da eletroquímica industrial.

**Conteúdos programáticos:**

1. Eletroquímica Industrial: Conceitos gerais, o custo do processo eletrolítico, principais parâmetros de uma eletrólise, princípios de design da célula, dados laboratoriais e scale-up.
2. A indústria de cloro e hidróxidos de metais alcalinos.
3. A extração, refinação e produção de metais: eletroextração, cementação, eletrorefinação, etc.
4. Processos eletrolíticos inorgânicos: flúor, clorato de sódio e bromato de sódio, peróxidos e seus sais, o permanganato de potássio, etc.
5. Eletrossíntese orgânica: processos de eletro-hidrodimerização e eletrossíntese indireta.
6. Purificação de água, tratamento de efluentes e reciclagem de efluentes industriais: remoção e recuperação de metais iónicos, eletrodialise, tratamento de soluções de conteúdo de cromo, método eletrolítico de separação de fases, FDG, etc.
7. Acabamento metálico e processamento de metais e materiais.
8. Sensores eletroquímicos e técnicas de monitorização.

**Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

O conteúdo desta UC visa aprofundar alguns dos conceitos introduzidos na licenciatura em Engenharia Química, nomeadamente na área da eletroquímica e corrosão. Processos industriais tendo como base a eletroquímica serão lecionados, demonstrando aos estudantes a aplicação prática e industrial desta área. Os conteúdos são abordados numa dinâmica baseada na exposição de matéria e na resolução de exercícios com exemplos do laboratório e indústria. Esta unidade curricular inicia-se com a leção de conceitos introdutórios da indústria eletroquímica, seguida da apresentação das indústrias de cloro e hidróxidos de metais alcalinos. Posteriormente são abordados os processos de extração, refinação e produção de metais e exemplos de processos eletrolíticos inorgânicos. A UC aborda ainda os processos eletro-hidrodimerização e eletrossíntese indireta em eletrossíntese orgânica. De forma a motivar os estudantes exemplificam-se ainda processos que recorrem aos conteúdos teóricos lecionados em capítulos anteriores.

**Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

Esta UC compreende uma componente teórica/prática. A componente teórica é lecionada via apresentações em suporte informático de PowerPoint. A componente prática inclui aulas de análise de case studies ou mini-projectos que poderão ser testados em parte em ambiente laboratorial ou industrial. A avaliação da UC poderá ser contínua, através da realização de 2 frequências durante o semestre (1.º teste, 30%, 2.º teste 45%) e 1 relatório no âmbito dos mini-projetos realizadas (15%) com apresentação de um dos trabalhos oralmente em Inglês (10%), com suporte PowerPoint. Os trabalhos podem ser também realizados para diminuir a carga do exame (1.ª e 2.ª época) para 75%. Finalmente, a avaliação poderá ser totalmente composta pelo exame final em 1.ª ou 2.ª época (100%).

**Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

Nesta UC pretende-se que os estudantes adquiram conhecimento acerca dos processos industriais que recorrem à eletroquímica de modo a terem uma visão crítica e saibam escolher o melhor método de processamento.

Será feita uma exposição exaustiva dos conteúdos intercalada com a resolução de exercícios com o apoio do docente, permitindo aos estudantes uma melhor consolidação dos conhecimentos. Para além disso, a proposta de um mini-projecto na área das indústrias químicas permitirá aos alunos perceber como integrar os conhecimentos numa situação da vida real.

A avaliação final desta UC tem em conta a aquisição de conhecimentos teóricos (testes/exame final) e a capacidade de aplicação dos conceitos num caso prático de uma indústria química (mini-projeto).

**Bibliografia:**

1. Derek Pletcher, Frank C. Walsh, Industrial Electrochemistry, 2<sup>nd</sup> edition, Chapman & Hall Publishers, 1990.
2. Alan C. West, Electrochemistry and Electrochemical Engineering: An Introduction, Createspace, 2012.
3. Electrochemical Engineering (Encyclopaedia of Electrochemistry, Vol. 5) D.D. Macdonald and P. Schmuki (Ed.), A.J. Bard and M. Stratmann (Series Ed.), Wiley-VCH, Weinheim, 2007.
4. Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, JOHN WILEY & SONS, INC., New York, 2001.

# Industrial Electrochemistry

**Calendar:** 1<sup>st</sup> Year, 2<sup>nd</sup> Semester

**Contact Hours:** TP: 37.5

**Scientific Area:** Industrial and Chemical Engineering

**Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**

It is intended that students acquire skills in industrial electrochemistry, to produce various chemical products and water and dangerous waste treatments. It is also intended that students develop knowledge to allow the update and progress in the area of the industrial electrochemistry.

**Syllabus:**

1. Industrial electrochemistry: general concepts, the cost of electrolytic processes, electrolysis parameters, principles of cell design, laboratory data and scale-up.
2. The chloro-alkali industry: general concepts of brine electrolysis, modern technological developments, the production of potassium hydroxide.
3. The extraction, refining and production of metal: electrowinning, cementation, electrorefining, etc.
4. Inorganic electrolytic processes: fluorine, sodium chlorate and sodium bromate, peroxides and their salts, potassium permanganate, etc.
5. Organic electrosynthesis: hydrodimerization processes, indirect electrosynthesis.
6. Water purification, effluent treatment and recycling of industrial streams: metal ion removal and metal recovery, electrodialysis, treatment of chromium content solutions, electrolytic method of phase separation, FDG, etc.
7. Metal finishing and metal and materials processing.
8. Electrochemical sensors and monitoring techniques.

**Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

The content of this curricular unit aims to deepen some of the concepts learned in the study cycle, namely electrochemistry and corrosion. Industrial processes, based on electrochemical phenomena will be lectured, demonstrating to the students the practical and industrial application of this scientific area. The contents are discussed based on an exhibition of the theoretical contents and problem solving with examples of the laboratory and industry. This curricular unit begins with the introductory concepts of the electrochemical industry, followed by the presentation of the chloro-alkali metal industries. Later the processes of extraction, refining and production of metals are presented as well as the inorganic electrolytic processes. The curricular unit also addresses the hydrodimerization processes, indirect electrosynthesis in organic electrosynthesis. In order to motivate students, processes based on theoretical concepts taught in previous chapters are exemplified.

**Teaching methodologies (including evaluation):**

This curricular unit comprises a theoretical /practical component. The theoretical component is taught via a computer readable presentations of PowerPoint. The practical component includes classes in analysis of case studies and mini-projects that can be partially tested in the laboratory or in industrial environment. The evaluation of the curricular unit may be continuous, by performing two tests during the semester (1<sup>st</sup> test, 30%, 45% 2<sup>nd</sup> test) and one report for the mini-projects (15%) presented orally in English (10%), with PowerPoint support. Assignments can also be performed to reduce the burden of the final exam (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> season) to 75%. Finally, the evaluation may be composed entirely of the final exam in 1<sup>st</sup> or 2<sup>nd</sup> season (100%).

**Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

In this curricular unit, it is intended that students acquire knowledge regarding industrial processes that use electrochemistry as based of the industrial process, in order to have a critical view and know the best method to used.

An exhaustive exposition of contents interspersed with solving exercises with the support of the teacher will be performed enabling students a better consolidation of knowledge. Furthermore, the proposal of a mini-project on Chemical industries will allow students to understand how to integrate knowledge in a real-life situation.

The final evaluation of this curricular unit takes into account the acquisition of theoretical knowledge (tests / final exam) and the ability to apply the concepts in a practical case of a Chemical Industry (mini-project).

**Bibliography:**

1. Derek Pletcher, Frank C. Walsh, Industrial Electrochemistry, 2<sup>nd</sup> edition, Chapman & Hall Publishers, 1990.
2. Alan C. West, Electrochemistry and Electrochemical Engineering: An Introduction, Createspace, 2012.
3. Electrochemical Engineering (Encyclopaedia of Electrochemistry, Vol. 5) D.D. Macdonald and P. Schmuki (Ed.), A.J. Bard and M. Stratmann (Series Ed.), Wiley-VCH, Weinheim, 2007.
4. Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, JOHN WILEY & SONS, INC., New York, 2001.