



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
PLANO DE ENSINO

SEMESTRE 2021.1

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS:		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS	MODALIDADE
		TEÓRICAS	PRÁTICAS		
EES7603	Hidrogênio e Células Combustíveis	2		36	Presencial

HORÁRIO

TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
09653 - 4.1420-2	-	Presencial

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)

Elise Sommer Watzko (elise.sommer@ufsc.br)

III. PRÉ-REQUISITO(S)

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
EES 7366	Termodinâmica II
EES7355	Transferência de Calor e Massa II
EES7170	Circuitos Elétricos

IV. CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA

Graduação em Engenharia de Energia

V. EMENTA

Princípios de funcionamento e desempenho de células combustíveis. Tipos de células de combustíveis. Materiais e técnicas de caracterização. Aplicações. Modelagem matemática. Produção, armazenamento e transporte de hidrogênio.

VI. OBJETIVOS

Objetivos Gerais:

Capacitar o aluno para conhecer os conceitos básicos sobre o projeto e o funcionamento das células de combustível, além da produção e armazenamento de hidrogênio.

Objetivos Específicos:

- Despertar nos acadêmicos o interesse pela tecnologia de Células de Combustíveis, destacando os benefícios da mesma;
- Explicar o princípio básico de funcionamento da geração de energia por células de combustível;
- Contextualizar os métodos de produção e armazenamento de hidrogênio;
- Capacitar os alunos para calcular a potência produzida por uma célula de combustível, considerando o potencial irreversível produzido e as perdas de potencial devido às irreversibilidades: sobrepotenciais de ativação, concentração e ôhmico;
- Apresentar os diversos tipos de células de combustível existentes;
- Identificar os métodos de caracterização de células de combustível;
- Conhecer os componentes das células de combustíveis e os materiais utilizados;
- Estimular nos acadêmicos a busca e compreensão de artigos científicos na área da disciplina.

VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- 1 Funcionamento de células de combustível
- 2 Termodinâmica
- 3 Cinética de reação
- 4 Transporte de carga
- 5 Transporte de massa
- 6 Modelagem matemática
- 7 Caracterização
- 8 Sistemas de células de combustíveis
 - a. *Stacks*
 - b. Equipamentos utilizados
- 9 Tipos de Células de Combustíveis
- 10 Hidrogênio
 - a. Produção
 - b. Armazenamento e transporte
 - c. Perspectivas para o uso energético do hidrogênio como vetor energético

VIII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Serão aplicadas diferentes metodologias de ensino remoto:

- 1) Aulas expositivas e síncronas, utilizando salas virtuais (discussões, dúvidas, apresentações);
- 2) Aulas expositivas e assíncronas, disponibilizada aos alunos por meio do AVA Moodle;
- 3) Sala de aula invertida: O professor irá orientar os alunos a lerem um determinado material referente a um tópico do conteúdo. Essa atividade deve ser executada pelos alunos de forma assíncrona. Em seguida, um encontro síncrono é realizado, no qual serão desenvolvidas atividades propostas pelo professor para consolidação do aprendizado;
- 4) Atividades avaliativas assíncronas e/ou síncronas;
- 5) Todo material considerado significativo, ficará disponível no AVA Moodle.

IX. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

- A verificação do rendimento escolar compreenderá **frequência e aproveitamento** nos estudos, os quais deverão ser atingidos conjuntamente. Será obrigatória a frequência às atividades correspondentes a cada disciplina, ficando nela reprovado o aluno que não comparecer, no mínimo a 75% das mesmas.
- A nota mínima para aprovação na disciplina será 6,0 (seis). (Art. 69 e 72 da Res. nº 17/CUn/1997).
- O aluno com frequência suficiente (FS) e média das notas de avaliações do semestre entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação no final do semestre (REC), exceto as atividades constantes no art.70,§ 2º. A nota será calculada por meio da média aritmética entre a média das notas das avaliações parciais (MF) e a nota obtida na nova avaliação (REC). (Art. 70 e 71 da Res. nº 17/CUn/1997).

$$NF = \frac{MF + REC}{2}$$

- Ao aluno que não comparecer às avaliações ou não apresentar trabalhos no prazo estabelecido será atribuída nota 0 (zero). (Art. 70, § 4º da Res. nº 17/CUn/1997)
- **Avaliações**

A avaliação da disciplina será feita através dos seguintes instrumentos:

- Atividade Introdutória
- Seminário - apresentação de artigos científicos
- Seminário 2 – status real da utilização das Células de Combustíveis realidade
- Trabalho 1 - Trabalho Hidrogênio
- Trabalho 2 - Técnicas de Caracterização

- O cálculo da média final será efetuado de acordo com a seguinte equação

$$MF = 0,25.S1 + 0,25.S2 + 0,2.T1 + 0,2.T2 + 0,1.A.$$

Registro de frequência

Neste tópico, deve-se descrever como será realizado o registro de frequência dos alunos, seguindo parâmetros deliberados em colegiados (Art. 15 § 4º da Res. 140/2020/CUn de 24 de julho de 2020).

- A verificação de frequência se dará por meio da participação das atividades síncronas e assíncronas propostas semanalmente.

Pedido de Nova Avaliação - Art. 74 da Res. nº 17/CUn/97

O pedido de nova avaliação poderá ocorrer somente em casos em que o aluno, por motivo de força maior e plenamente justificado, deixar de realizar avaliações previstas no plano de ensino. O aluno deverá formalizar pedido de nova avaliação na Secretaria Integrada de Departamentos, ao chefe do Departamento de Energia e Sustentabilidade, dentro do prazo de 3 dias úteis, apresentando comprovação do motivo que o impediu de realizar a avaliação na data regular.

XI. CRONOGRAMA PREVISTO

AULA (semana)	DATA	ASSUNTO	CARGA SÍNCRONA (h-a)	CARGA ASSÍNCRONA (h-a)
1ª	14/06/2021 a 19/06/2021	Apresentação da disciplina. Funcionamento de Células de combustível	1	2
2ª	21/06/2021 a 26/06/2021	Apresentação Tarefa 1	2	
3ª	28/06/2021 a 03/07/2021	Termodinâmica de FC	1	1
4ª	05/07/2021 a 10/07/2021	Cinética de reação	1	1
5ª	12/07/2021 a 17/07/2021	Transporte de carga. Transporte de massa	1	1
6ª	19/07/2021 a 24/07/2021	Modelagem matemática	1	1
7ª	26/07/2021 a 31/07/2021	Sistemas de células de combustíveis. Caracterizações	1	1
8ª	02/08/2021 a 07/08/2021	Seminário 1 (desenvolvimento)	0	2
9ª	09/08/2021 a 14/08/2021	Seminário 1 (apresentação)	2	0
10ª	16/08/2021 a 21/08/2021	Seminário 2 (desenvolvimento)	0	3
11ª	23/08/2021 a 28/08/2021	Seminário 2 (apresentação)	2	0
12ª	30/08/2021 a 04/09/2021	Palestra - produção de Hidrogênio por microalgas	2	0
13ª	06/09/2021 a 11/09/2021	Trabalho 1 (desenvolvimento)	0	3
14ª	13/09/2021 a 18/09/2021	Trabalho 1 (apresentação)	2	0
15ª	20/09/2021 a 25/09/2021	Trabalho 2 (desenvolvimento)	0	3
16ª	27/09/2021 a 02/10/2021	Trabalho 2 (apresentação)	2	0

XII. Feriados e dias não letivos previstos para o semestre 2021.1

DATA	
04,05 e 06/09/2021	Datas reservadas ao Vestibular 2021.2
07/09/2021	Independência do Brasil

XII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. SOUZA, Mariana de Mattos Vieira Mello, **Tecnologia do Hidrogênio**, 1ª, ed. São Paulo: Synergia, 2009, 132 p.
2. LINARDI, M. **Introdução À Ciência e Tecnologia de Células a Combustível**. Editora Artliber, 2010.
3. O'HAYRE, R. et al. **Fuel Cell Fundamentals**. 2. ed, Estados Unidos da América: Editora John Wiley & Sons, 2006.
4. CODECCEIRA NETO, A. et al. **Células à Combustível**. 1. ed. São Paulo: ABM, 2005.

XIII. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. ALDABO, Ricardo. **Célula Combustível a Hidrogênio**. Porto Alegre: Artliber, 2004. 184 P.
2. GOMES-NETO, E. H. **Hidrogênio, Evoluir Sem Poluir**. Curitiba: Brasil H2, 2005. 240 p.
3. TICIANELLI, E. A.; GONZALEZ, E. R. **Eletroquímica**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2005.
4. GOLDEMBERG, J.; PALETTA, F. C. (Coord.) **Série energia e sustentabilidade: Energias Renováveis**. São Paulo: Blucher, 2012.
5. LARMINIE, J.; DICKS, A. **Fuel Cell Systems Explained**. 2. ed. Estados Unidos da América: Editora John Wiley & Sons, 2006.

Tópicos orientados no OFÍCIO CIRCULAR CONJUNTO Nº 003/2021/PROGRAD/SEAI sobre a Adoção de Medidas relativas ao Ensino Remoto

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 ensinoaprendizagem 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.

Professor:

Aprovado pelo Colegiado do Curso em ___/___/___

Presidente do Colegiado: