

# ENGENHARIA MECÂNICA AUTOMOBILÍSTICA

**Autores:**  
 Caio Henrique dos Santos (caiohsantos200@gmail.com), Gustavo Donaire Simões (gu\_donaire@hotmail.com),  
 Igor Sutter Martins Ferreira de Moraes Godoy (igormgodoy@hotmail.com),  
 Jonas Carvalho de Almeida (jlonas.carvalho17@gmail.com), Murilo Guimarães Kobori (murilo\_kobori@hotmail.com),  
 Thiago Tadeu Monteiro (thiogomonteiro@gmail.com) e Vinicius Rodrigues Lopes (vinlopes.feij@gmail.com).  
**Orientador, Coordenador e Coorientador:**  
 Silvio Shizuo Sumiyoshi (fdelatore@feui.edu.br), Cleber William Gomes (cleberwilliangomes@gmail.com), Gerhart Ett (gerhard@feui.edu.br) e Fábio Delatore (fdelatore@feui.edu.br).



## SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE TEMPERATURA EM UMA CÉLULA A COMBUSTÍVEL



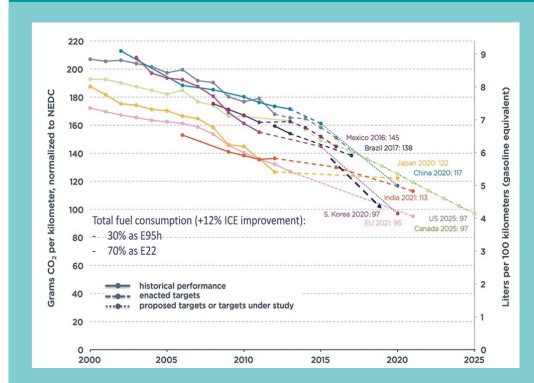
### Contextualização

#### Legislações Ambientais

Country/Region	Year	CO <sub>2</sub> (g/kWh)	CO <sub>2</sub> (g/kWh)	CO <sub>2</sub> (g/kWh)
EUROPE	2012	120	120	120
USA	2012	120	120	120
China	2012	120	120	120
India	2012	120	120	120
Brazil	2012	120	120	120



#### Eficiência e Emissões



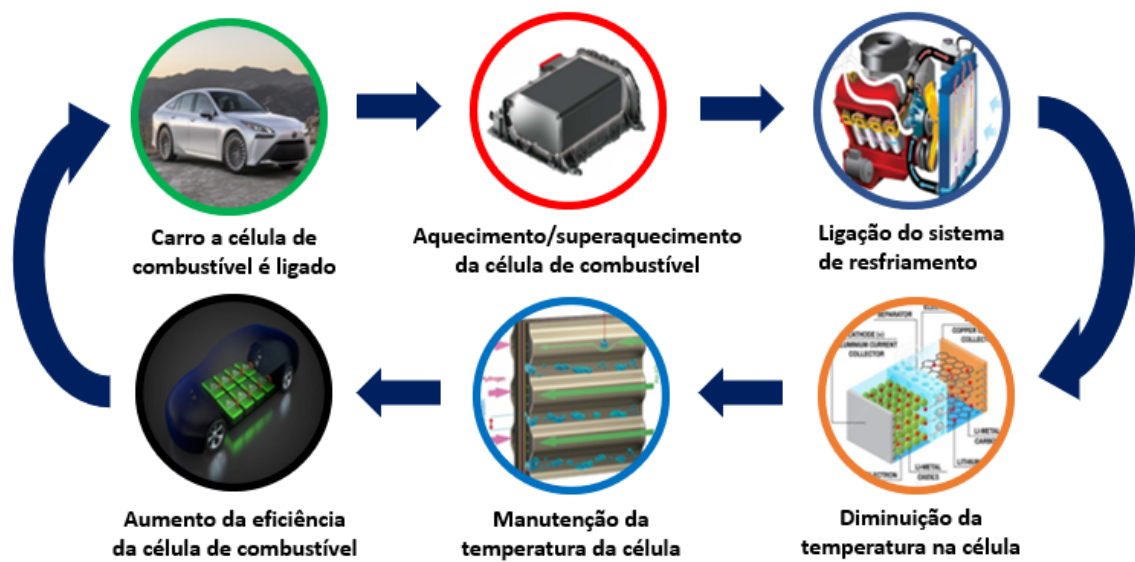
### Problema

O funcionamento da célula é comprometido quando não opera em condições ideais de temperatura (60°C - 95°C).

### Propósito

Desenvolver um projeto que permita o funcionamento da célula a hidrogênio nas faixas ideais de temperatura.

### Storyboard



### Ferramentas utilizadas

**Matriz de Decisão**

**FAST**

**P-Diagram**

**Análise de Valor**

**SFMEA**

**Engenharia Reversa**

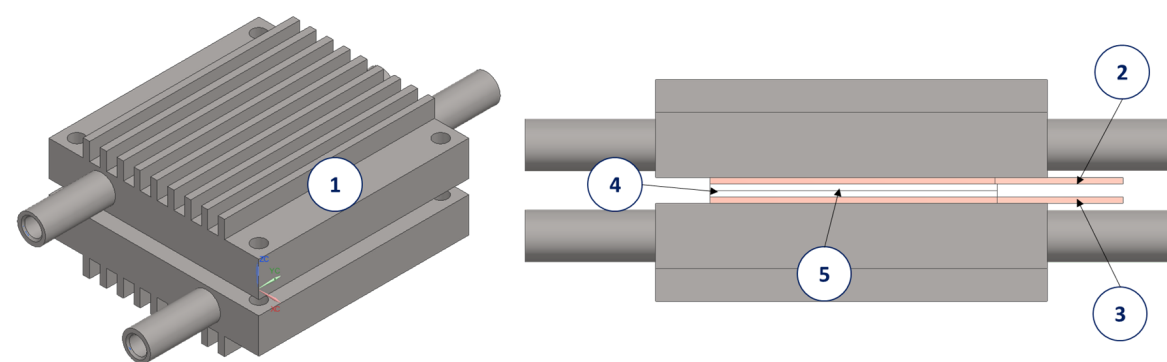
### Modelo Base



FCgen - 1020ACS

Type	PEM (Proton Exchange Membrane) fuel cell stack	
Typical Performance <sup>1</sup>	Rated Power	41.1 W/cell
	Rated current	65.3 Amps
Fuel	DC voltage	660 mV/cell
	Hydrogen	99.95% or better
	Fuel supply pressure	0.16 to 0.56 bar g
Oxidant/Coolant	Fuel flow rate	~0.5 slpm/cell <sup>2</sup>
	Coolant	Air
Temperatures	Coolant flow rate	~50 slpm/cell <sup>2</sup>
	Operating temperature	-40°C to 52°C
Physical Characteristics: (56-cell stack)	Start up temperature	≥ -10°C to 52°C
	Length x width x height	363 x 103 x 351 mm
Product Certification	Mass	11.0 kg
		CAN/CSA-C22.2 No. 62282-2 Fuel Cell Modules

### Design



- 1 Pratos bipolares
- 2 Placa de cátodo
- 3 Placa de ânodo
- 4 Membrana PEM
- 5 Placas de difusão

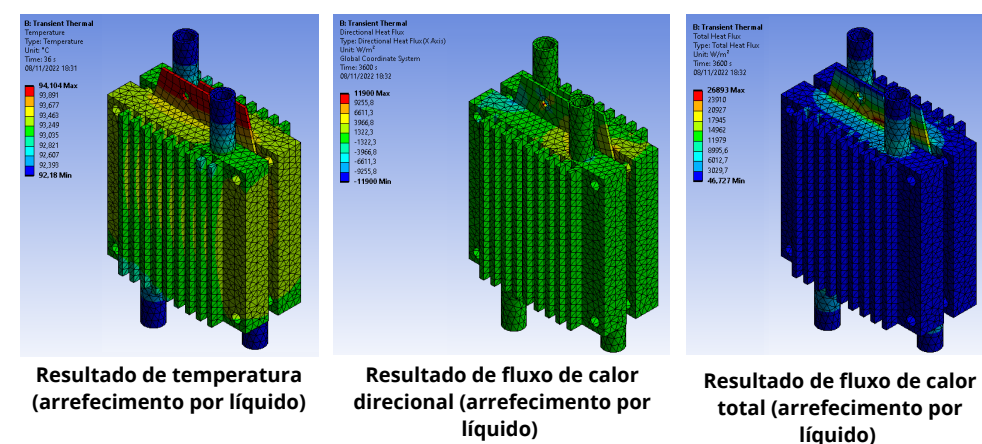
### Metodologia e condições



- Convecção com o fluido de arrefecimento: Coeficiente de troca de calor aproximado de 0,61 W/m<sup>2</sup>.°C a uma temperatura de 25°C;
- Radiação com o ambiente: Temperatura de 25°C e a emissividade com o valor de 1;
- Radiação interna: Temperatura de 95°C e uma emissividade de 1;
- Convecção interna: Foi utilizado o coeficiente máximo de troca de calor da liga de alumínio, que é 148 W/m<sup>2</sup> \*°C a uma temperatura de 25°C.

### Resultados e Validação

- Tempo de resfriamento da célula é atingido em 18 segundos;
- Temperatura mínima atingida sem sistema de controle: 92,18 °C (apresentou curva decrescente);
- Sistema capaz de modulação.



### Sem o sistema H2FCP

Dificuldade de manter a célula combustível em uma faixa de temperatura de maior eficiência.

### Com o sistema H2FCP

A célula de hidrogênio trabalhará nas faixas ideais de temperatura, e de maneira ininterrupta dentro das faixas com melhores valores de eficiência.