



# CBPF

Centro Brasileiro  
de Pesquisas Físicas

UNIDADE DE PESQUISA DO MCTI

## Jornada PCI-CBPF 2021/2022

### Sistema de Regeneração de Gás de RPCs



**Bolsista: Eder Oliveira de Souza;  
Supervisores: Luis Miguel Mendes,  
Ulisses B. de Almeida;  
Modalidade: PCI-DE.**

# Sumário

1 Introdução

2 Motivação

3 Metodologia

4 Materiais

5 Resultados Esperados

6 Conclusão

7 Referências

## Gases refrigerantes [1]

- Largamente utilizados: indústria, bens de consumo, experimentos físicos
- CFCs e HCFCs prejudicam a camada de ozônio
- Protocolo de Montreal (1987)
  - ▶ CFCs e HCFCs retirados de uso
- Gases refrigerantes usados atualmente continuam a causar impacto ambiental, principalmente os HFCs
  - ▶ HFCs não prejudicam a camada de ozônio, mas contribuem para o efeito estufa
- Acordo de Kigali (2016)
  - ▶ Emenda o Protocolo de Montreal que resultou na descontinuação dos HFCs
- Os refrigerantes atualmente causam emissões ao longo de seus ciclos de vida
  - ▶ Noventa por cento das emissões de refrigerante ocorrem no final da vida útil
  - ▶ A recuperação de refrigerante tem imenso potencial de mitigação

## Impacto no meio ambiente [2]

- Caracterizado em termos de contribuição para o efeito estufa e destruição da camada de ozônio
  - GWP (Global Warming Potential), relativo ao  $CO_2$  ( $GWP_{CO_2} \equiv 1$ )
  - ODP (Ozone Depletion Potential), normalizado para o efeito de  $CCl_3F$  ou CFC – 11 ( $ODP_{CCl_3F} \equiv 1$ ).

Nome da molécula	Fórmula química	Identificador	GWP	ODP
Dióxido de carbono	$CO_2$	R744	1	0
1,1,1,2-Tetrafluoroetano	$CH_2FCF_3$	R134a	1430	0

Comparação entre gás carbônico e o R134a.

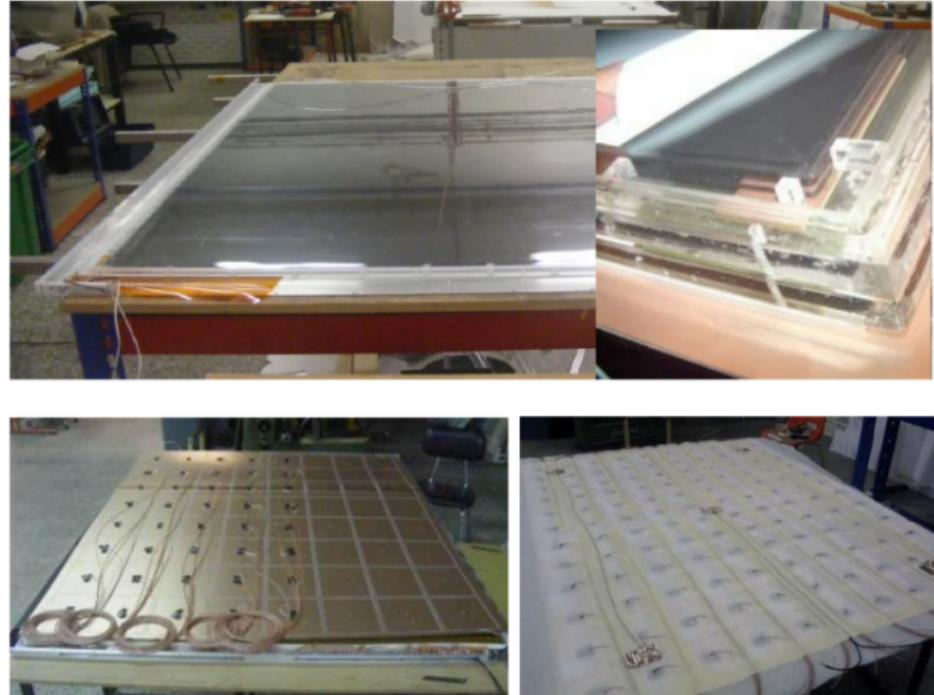
## Experimentos físicos

- CERN [3]
  - ▶ RICH (Ring-Imaging CHerenkov), TPCs (Time-Projection Chambers), RPCs (Resistive-Plate Chambers) e MPGDs (Micro-Pattern Gas Detectors)
  - ▶ A atualização dos sistemas de recirculação de gás do TPC do experimento ALICE reduziu as emissões em quase 100%
  - ▶ Estudo do uso de gases comuns, “ecogases”, assim como um complexo sistema de recuperação de gás (R-134a) em RPCs
- CBPF
  - ▶ No laboratório Neusa Amato, são construídos RPCs do tipo MARTA [4]
  - ▶ No Laboratório de Sistemas de Detecção são desenvolvidos detectores que envolvem GEM (Gas Electron Multiplier) [5]

# Motivação

## Reciclagem do gás de RPCs

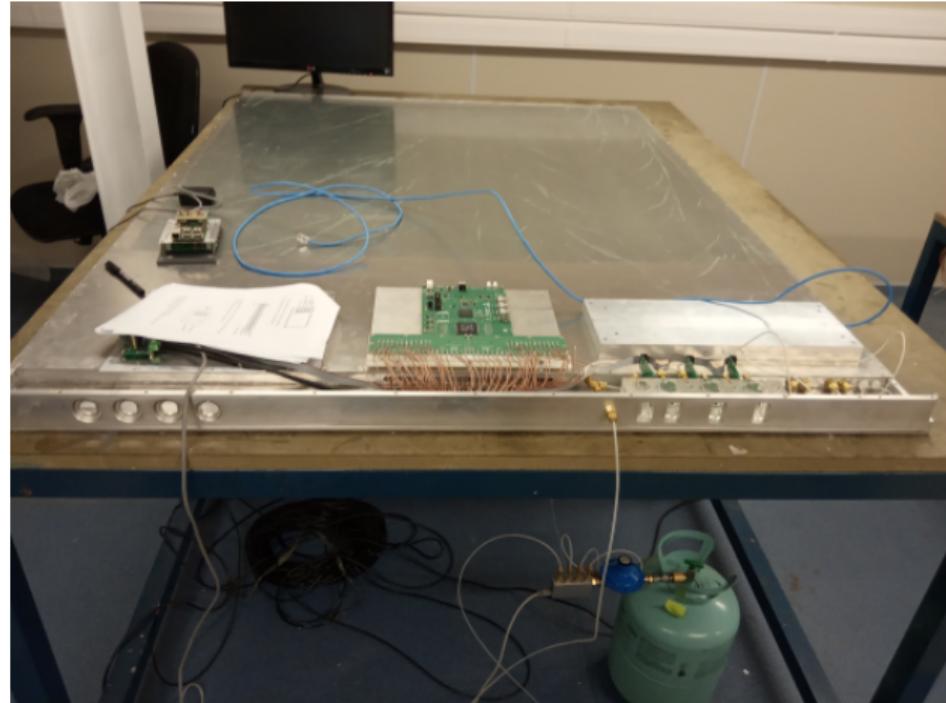
- Redução do impacto ambiental
- Redução de custos



# Motivação

## Reciclagem do gás de RPCs

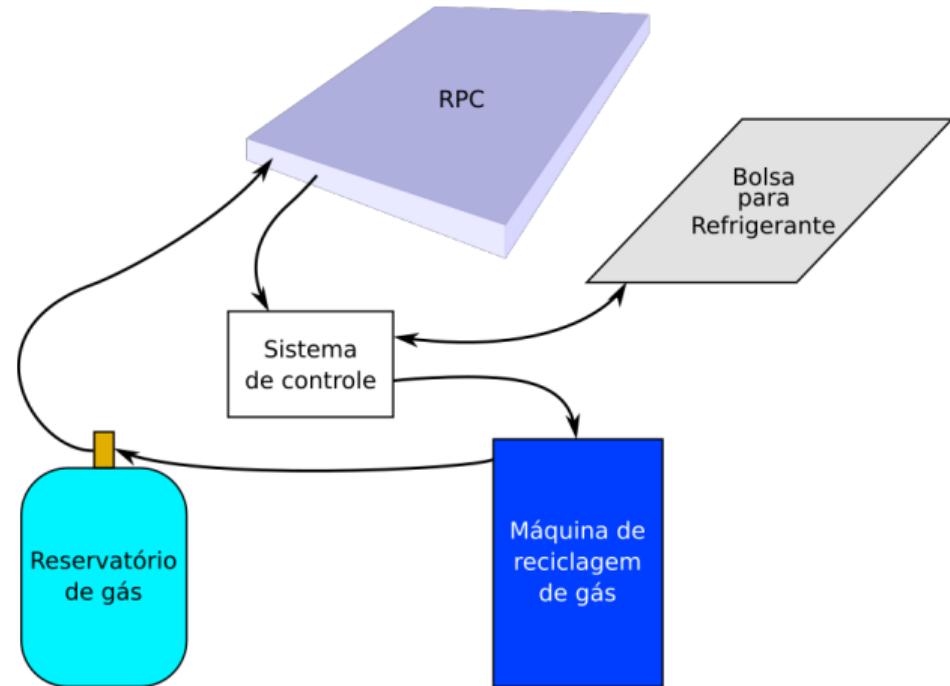
- Redução do impacto ambiental
- Redução de custos



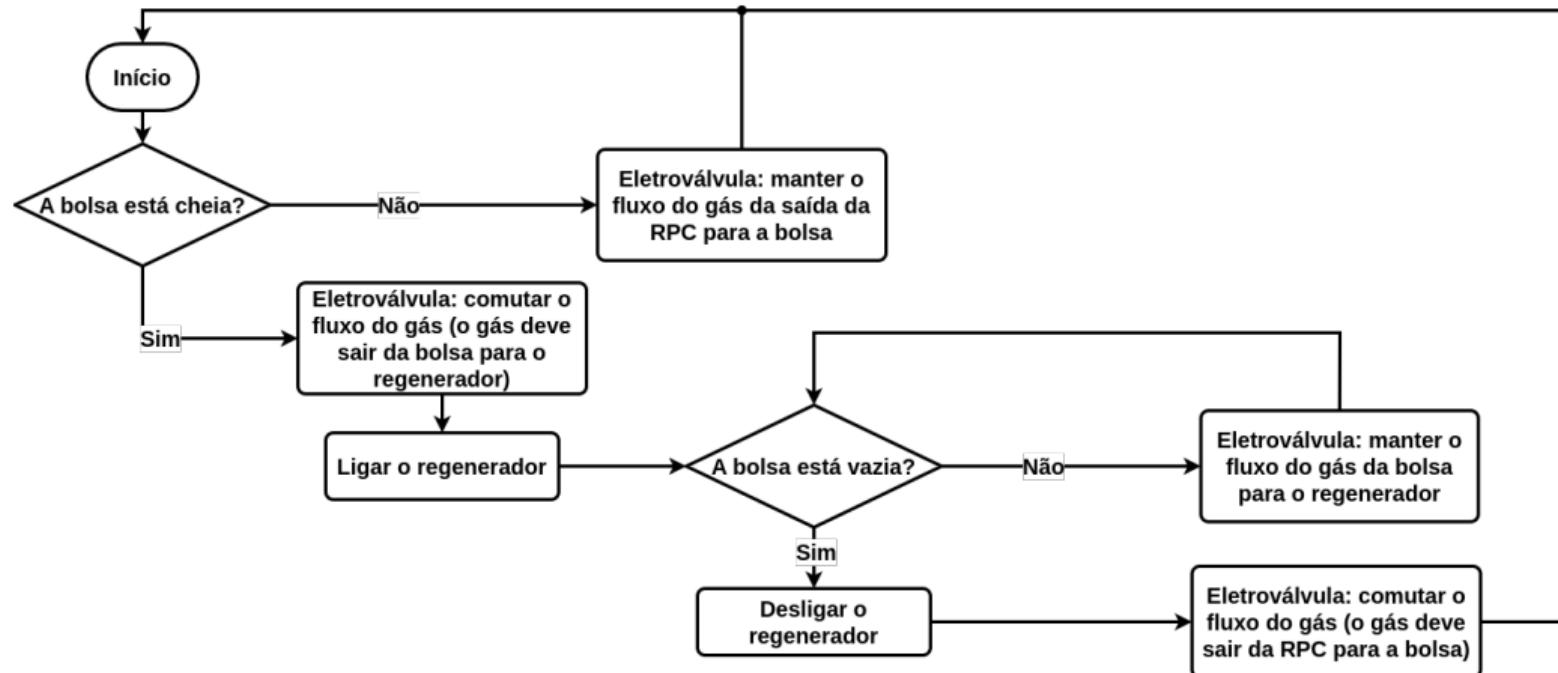
# Metodologia

## Objetivo

Automatizar uma máquina regeneradora do gás R134a de modo a tornar o processo de reciclagem em um sistema fechado.

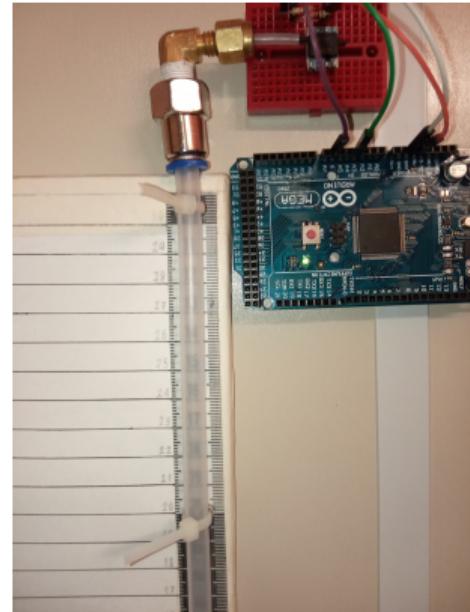


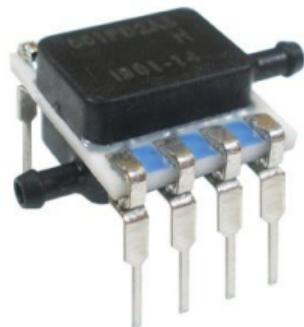
# Metodologia



# Metodologia

## Caracterização do sensor





## Sensor de Pressão

- Honeywell HSCDDRN060MD2A5 [6]
- Série HSC (High Accuracy Silicon Ceramic)
- Sensor piezoresistivo com ASIC on-board
- Saída digital com 12 bits de resolução
- Comunicação através do protocolo I2C [7]
- Atualização das medidas em aproximadamente  $2\text{ kHz}$
- Diferencial com range de pressão de  $\pm 60\text{ mbar}$
- Limites da Função de Transferência: 10 a 90% de  $2^{14}$
- Alimentação de 5 V

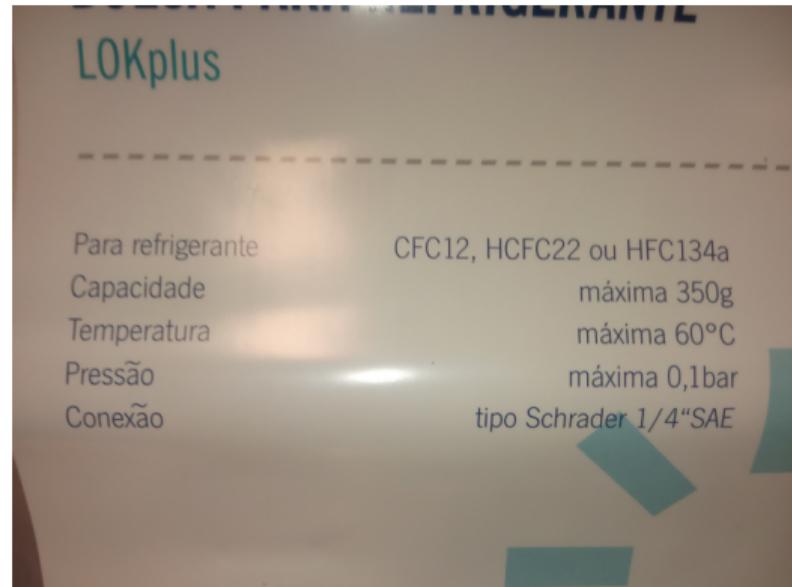


## Arduino Mega 2560 Rev3 [8]

- Microcontrolador: ATmega2560
- Tensão de operação: 5 V
- Pinos de I/O digital: 54 (dos quais 15 fornecem saída com PWM)
- Pinos de entrada analógica: 16
- SRAM: 8 kB
- EEPROM: 4 kB
- Clock: 16 MHz

# Materiais

## Bolsa para Refrigerante



# Materiais

## Máquina Recicladora [9]



# Resultados Esperados

- Caracterização do sensor de pressão
- Investigação da bolsa
- Implementação de um protótipo do sistema de controle
- Teste de escalabilidade
- Desenvolvimento do projeto com hardware adequado
  - ▶ Microcontrolador com menos recursos e mais barato
  - ▶ Placa de Circuito Impresso

# Conclusão

Este trabalho apresenta um projeto em desenvolvimento que tem sua relevância evidenciada pela redução de danos ao meio ambiente, bem como de custos e também a possibilidade de adaptação para outros experimentos.

## Referências I

- [1] HAWKEN, P. *Drawdown: The Most Comprehensive Plan Ever Proposed to Reverse Global Warming*. New York, New York, USA: Penguin Books, 2017.
- [2] SAVIANO, G. et al. Properties of potential eco-friendly gas replacements for particle detectors in high-energy physics. *JINST* 13 P03012, 2018.
- [3] CERN, A. S. *Greening gaseous detectors*. 2021. Disponível em: <<https://cerncourier.com/a/greening-gaseous-detectors/>>. Acesso em: 14 out. 2022.
- [4] SARMENTO, R. et al. Muon Array with RPCs for Tagging Air showers (MARTA) . *PoS*, ICRC2015, p. 629, 2016.
- [5] INÁCIO, S. A.; MARINHO, P. R. B.; JR., H. L. Estudo e desenvolvimento de um detector a gás utilizando dispositivos thick-gem. *Notas Técnicas - Publicações do CBPF*, 2019.

## Referências II

- [6] HONEYWELL. *Datasheet - TruStability® Board Mount Pressure Sensors*. [S.I.], 2014. Disponível em: <<https://sps.honeywell.com/us/en/products/advanced-sensing-technologies/healthcare-sensing/board-mount-pressure-sensors/trustability-hsc-series>>. Acesso em: 21 nov. 2022.
- [7] HONEYWELL. *Technical Note - I2C Communications with Honeywell Digital Output Pressure Sensors*. [S.I.], 2012. Disponível em: <<https://sps.honeywell.com/us/en/products/advanced-sensing-technologies/healthcare-sensing/board-mount-pressure-sensors/trustability-hsc-series>>. Acesso em: 21 nov. 2022.
- [8] ARDUINO. *Arduino Mega 2560 Rev3*. 2022. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>>. Acesso em: 21 nov. 2022.
- [9] RECIGASES. 2022. Disponível em: <<https://www.recigases.com/recigases>>. Acesso em: 14 out. 2022.

Fim

# OBRIGADO!

[ederoliveira@id.uff.br](mailto:ederoliveira@id.uff.br)