

A complex network graph composed of numerous small purple nodes connected by thin white lines, forming a dense web-like structure.

LARA GOMES E  
LÍVIA CECÍLIA SILVA

GRUPO 3

C213

# SISTEMAS EMBARCADOS

# SISTEMAS PID (PROPORCIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVO)

Serve para ajustar automaticamente a saída de um sistema (como a temperatura e velocidade) para que ela atinja um valor desejado (setpoint),

Ele atua corrigindo o erro, que é a diferença entre o valor desejado e o valor real da variável controlada.

# CHR (CHIEN, HRONES E RESWICK)

É uma forma prática de ajustar um controlador PID usando os parâmetros do modelo da planta (ganho  $k$ , constante de tempo  $\tau$  e atraso  $\theta$ ).

Oferece duas opções de sintonia:

- Sem sobressinal: o sistema não ultrapassa o valor de referência, sendo mais estável, mas mais lento.
- Com sobressinal (20%): o sistema ultrapassa levemente o valor desejado (20% acima), respondendo mais rápido, porém com um pouco de oscilação.

# MÉTODO ITAE (INTEGRAL OF TIME MULTIPLIED BY ABSOLUTE ERROR)

É um método que ajusta o PID para minimizar o erro total ao longo do tempo.

Ele dá mais peso aos erros que duram mais tempo, ou seja:

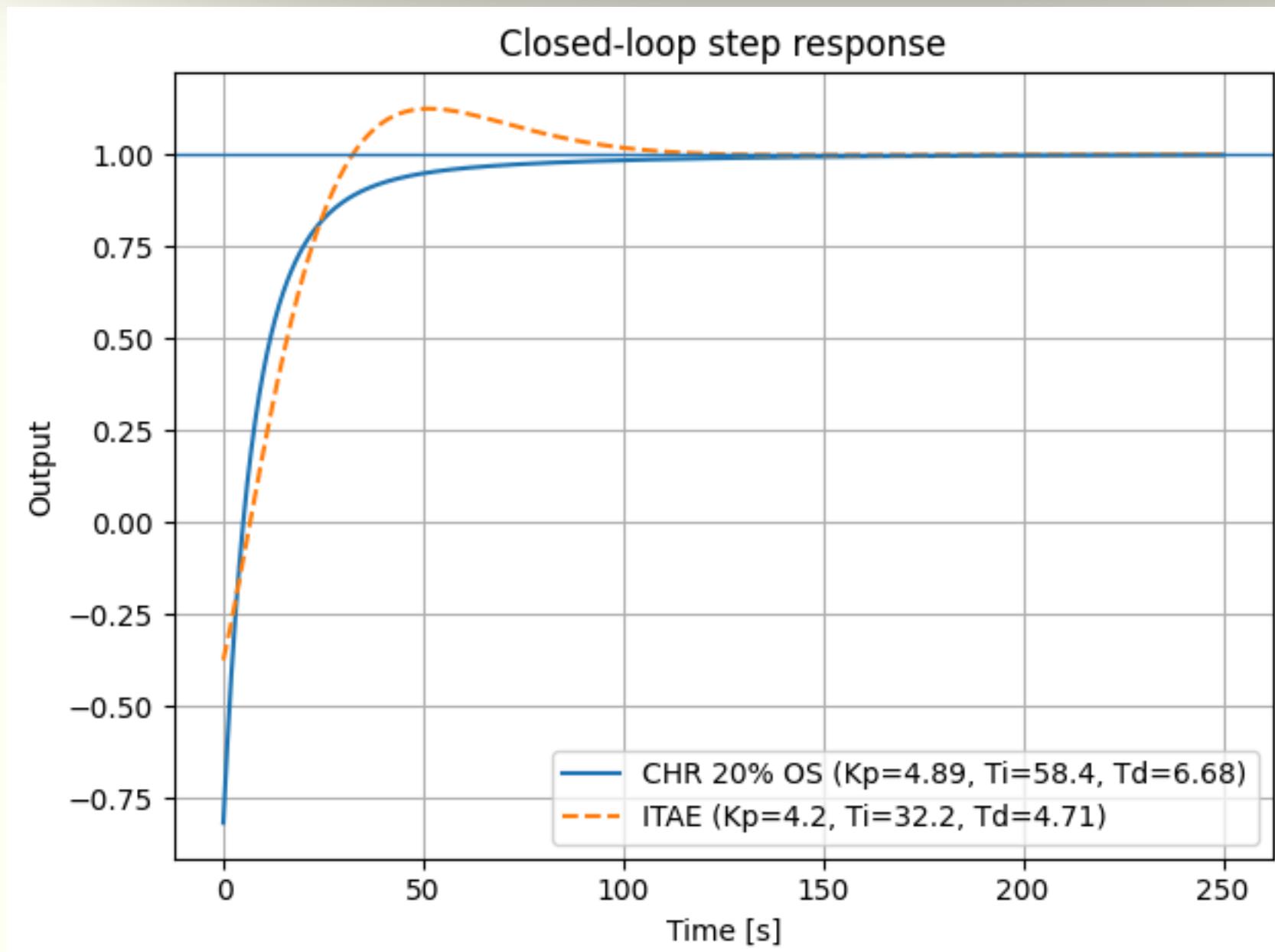
- Penaliza erros que demoram a desaparecer.
- Faz com que o sistema se estabilize suavemente, reduzindo oscilações e sobressinal.

# CHR COM SOBRESINAL + ITAE

Método	Característica principal	Resultado no projeto
<b>CHR com sobressinal</b>	Focado em resposta rápida, mesmo com um pequeno pico	Respondeu mais rápido, mas com leve oscilação inicial
<b>ITAE</b>	Focado em erro mínimo e estabilidade	Mais suave e estável, mas um pouco mais lento



# CHR COM SOBRESINAL + ITAE

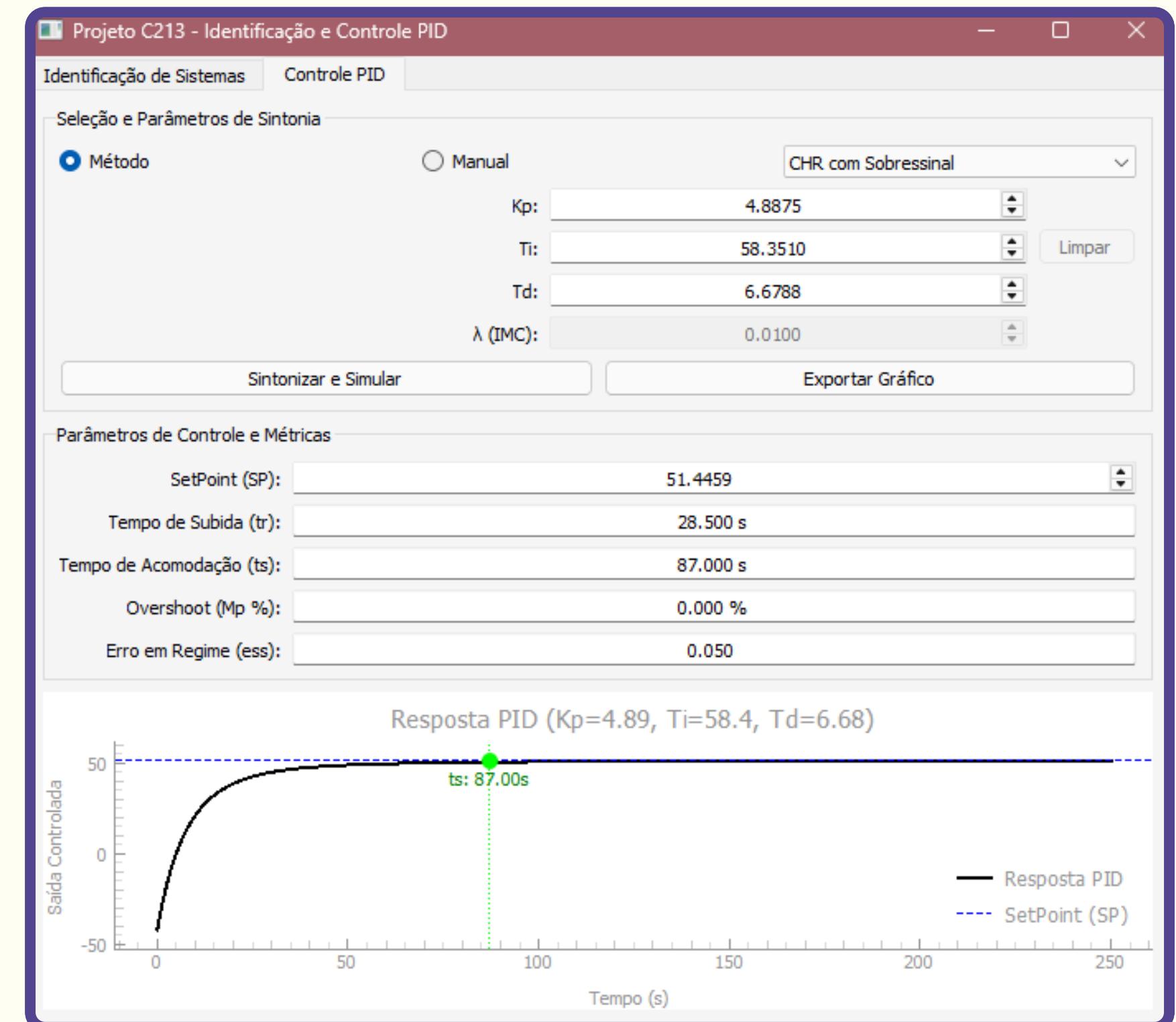
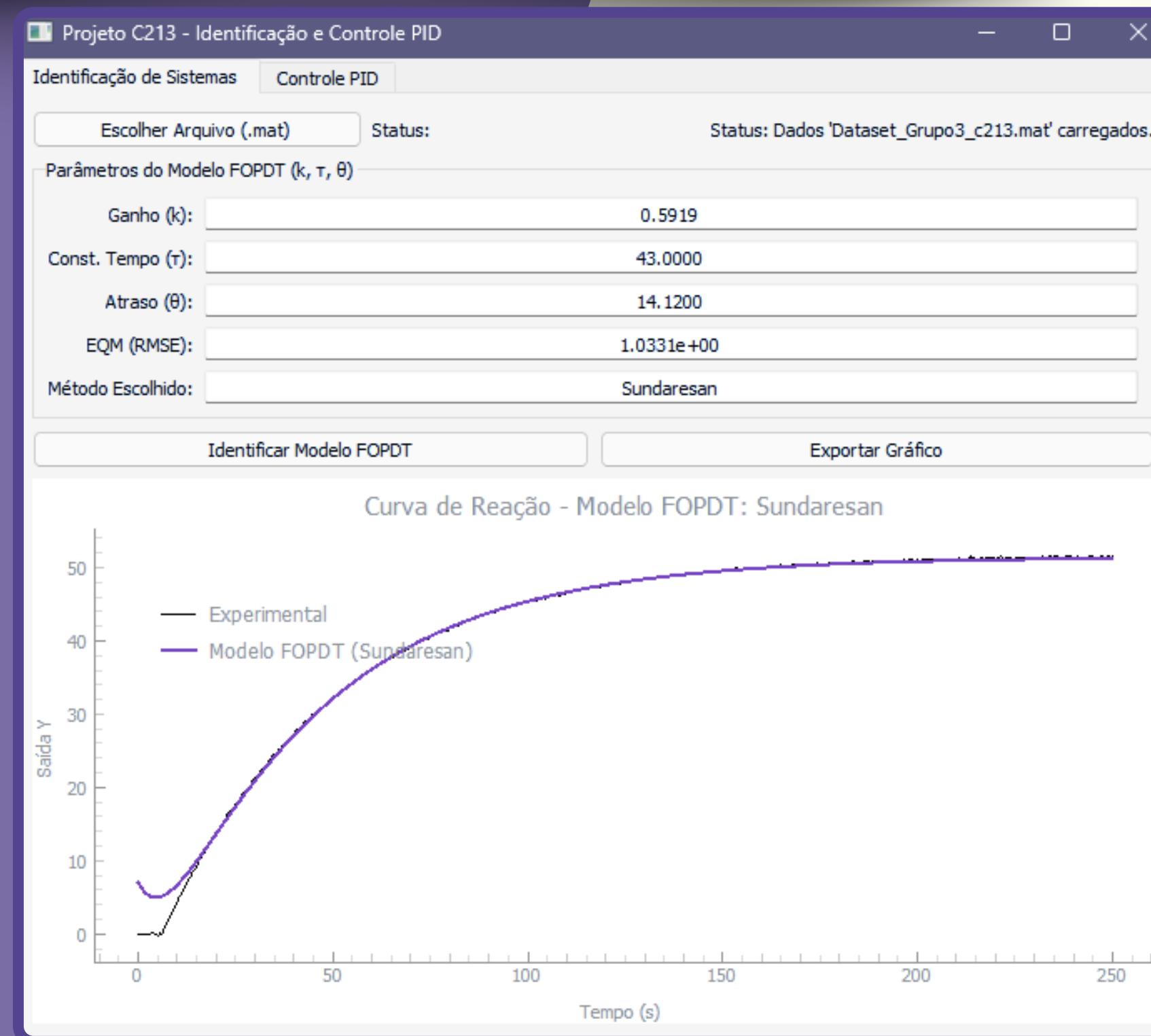


# ALGORITMOS

O projeto implementa uma série de etapas automáticas representado por um modelo de Primeira Ordem com Atraso de Transporte (FOPDT).

Cada etapa foi traduzida em algoritmos desenvolvidos em Python, utilizando as bibliotecas NumPy, SciPy, matplotlib, control, PyQt5 (para a estrutura da IHM) e PyQtGraph (para os gráficos interativos).

# INTERFACE



# RESUMO

Etapa	Função principal	Algoritmos usados
Identificação	Encontrar parâmetros do modelo FOPDT	Smith e Sundaresan & Krishnaswamy
Modelagem	Simular a planta com atraso	Aproximação de Padé
Sintonia PID	Calcular $K_p, T_i, T_d, K_p, T_i, T_d$	CHR e ITAE
Simulação	Avaliar resposta ao degrau	Funções da biblioteca control
Métricas	Medir desempenho	Cálculo automático de $tr, ts, Mp, ess$

# RESULTADOS OBTIDOS

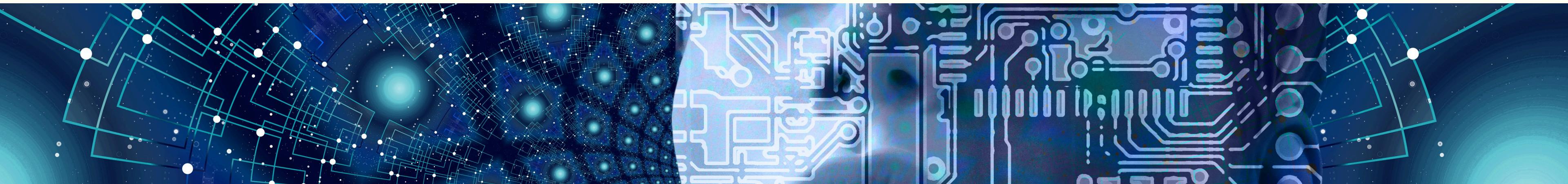
Os testes mostraram que os dois métodos de sintonia produzem comportamentos distintos no sistema:

- CHR com Sobressinal (20%) → apresentou resposta mais rápida, mas com pequeno overshoot (ultrapassagem do setpoint) antes de estabilizar.
- ITAE → resultou em resposta mais suave e estável, com erro final quase nulo, porém mais lenta.

# IMPLEMENTAÇÃO FUTURA

O modelo FOPDT simplifica o comportamento real do sistema, a identificação depende da qualidade dos dados e as sintonias CHR e ITAE não se adaptam automaticamente a mudanças no processo.

Melhorias: inclusão de novos métodos de sintonia e a integração com hardware real para testes em tempo real



# Obrigado!

PERGUNTAS?

