



Universidade Federal do Pará  
Campus Universitário de Tucuruí  
PPCA - Programa de Pós-Graduação e Computação  
Aplicada



Disciplina: Metodologia de Pesquisa I

# Formulações de Pesquisa

Oséias Dias de Farias — 202575170012



## Definição do Tema

**Tema:** Aprendizado por Reforço para Controle Preditivo Adaptativo em Inversores de Frequência: Uma Abordagem sem Modelo para Carregamento Dinâmico de Veículos Elétricos



## Problema de Pesquisa

Atualmente inversores de frequência usando controle preditivo de modelo convencional [ Conventional model predictive control (MPC) ] que alcançam alto desempenho, resposta dinâmica rápida e controle transitório preciso do conversor de energia. No entanto, a estratégia MPC é altamente dependente da precisão do modelo do inversor usado para o sistema controlado. Consequentemente, uma incompatibilidade de parâmetro ou modelo entre a planta e o controlador leva a um desempenho abaixo do ideal do MPC (J. Rodríguez, 2020).



## Questão de Pesquisa

Como usar Aprendizado por Reforço em tempo real para otimizar o processo de controle de inversor de frequência para carregamento eficiente de veículos elétricos?



## Justificativa

O Controle Preditivo de Modelo (MPC) convencional, embora eficaz, depende de modelos matemáticos precisos do inversor, tornando-o vulnerável a variações dinâmicas e incompatibilidades de parâmetros em sistemas como o carregamento de veículos elétricos (VEs) (J. Rodríguez, 2020). Propõe-se, então, explorar o Aprendizado por Reforço (RL) como alternativa sem modelo para otimizar o controle preditivo em tempo real. Essa abordagem permite que o inversor se adapte autonomamente a condições não lineares e incertas, melhorando eficiência energética e estabilidade sem exigir conhecimento prévio detalhado da planta. O estudo visa contribuir para sistemas de carregamento mais robustos, alinhados à demanda por mobilidade elétrica sustentável.



# Objetivos

**Objetivo Geral:** Propor uma estratégia de Aprendizado por Reforço (RL) para otimizar o Controle Preditivo Adaptativo em inversores de frequência, visando carregamento dinâmico eficiente de veículos elétricos (VEs) sem dependência de modelos matemáticos precisos.

## **Objetivos Específicos:**

1. Analisar as limitações do controle preditivo de modelo (MPC) em inversores de frequência, especialmente em cenários com incompatibilidade de parâmetros ou variações dinâmicas.
2. Projetar uma arquitetura de RL integrada ao controle preditivo, capaz de adaptar-se em tempo real a condições operacionais não lineares e incertas.
3. Implementar e testar a estratégia RL-MPC em ambiente simulado, avaliando desempenho sob cargas variáveis e perturbações típicas de carregamento de VEs.
4. Comparar métricas de eficiência energética, tempo de resposta e estabilidade transitória entre a abordagem proposta e o MPC tradicional.
5. Validar a adaptabilidade do sistema a mudanças abruptas de carga e desvios de parâmetros do inversor, garantindo robustez em cenários dinâmicos.
6. Testes práticos em bancada para validação do sistema proposto.



## Suposições/Hipóteses de pesquisa

**H1:** A integração do Aprendizado por Reforço (RL) ao Controle Preditivo Adaptativo permitirá um controle eficiente de inversores de frequência em tempo real, sem dependência de modelos matemáticos precisos, superando as limitações do MPC convencional em cenários dinâmicos.

**H2:** A estratégia RL-MPC será capaz de manter ou melhorar a eficiência energética e a estabilidade transitória do sistema, mesmo sob variações abruptas de carga e incompatibilidades de parâmetros.

**H3:** A abordagem sem modelo reduzirá a sensibilidade do sistema a incertezas do modelo do inversor, comparada ao MPC tradicional.



## REFERÊNCIAS

J. Rodríguez, R. Heydari, Z. Rafiee, H. A. Young, F. Flores-Bahamonde and M. Shahparasti, "Model-Free Predictive Current Control of a Voltage Source Inverter," in IEEE Access, vol. 8, pp. 211104-211114, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3039050. keywords: {Predictive models;Load modeling;Mathematical model;Predictive control;Uncertainty;Prediction algorithms;Adaptation models;Model-free predictive control;MPC;robustness;voltage source converter},





Universidade Federal do Pará  
Campus Universitário de Tucuruí  
PPCA - Programa de Pós-Graduação e Computação  
Aplicada



Disciplina: Metodologia de Pesquisa I

# OBRIGADO!