Encontro Nacional do Programa de Formação de Recursos Humanos da ANP - 2026

Bioeconomia Circular e Ecologia Industrial no Setor Sucroenergético Brasileiro: Rotas tecnológicas e caminhos para a sustentabilidade

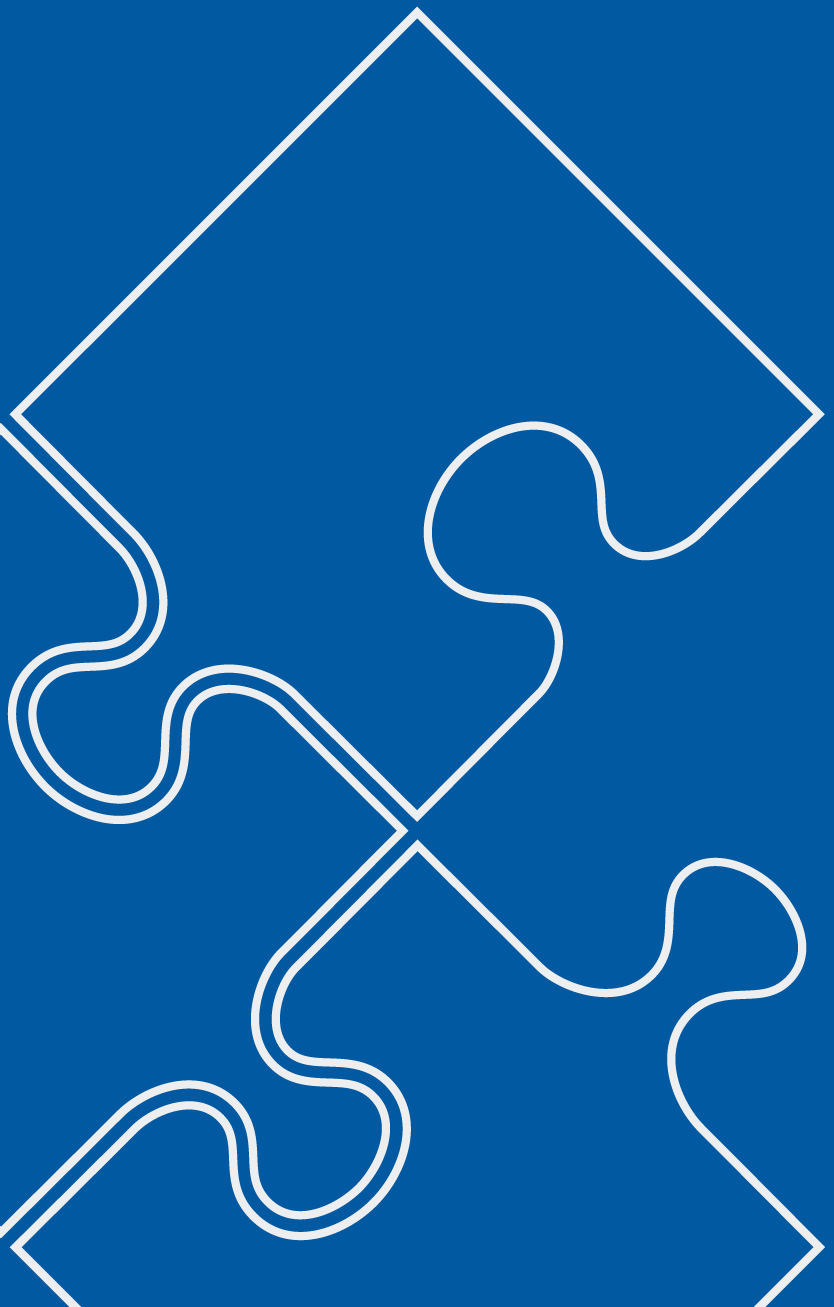
Thamires Costa de Lima; Luiz Moreira Coelho Junior.

PRH 35/UFPB

Tipo de bolsa: Mestrado

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Gestão:



MOTIVAÇÃO

O Setor Sucroenergético brasileiro desempenha papel estratégico na transição energética.



766 Milhões

Toneladas de cana-de-açúcar colhidas

Fonte: IBGE (2026)



280kg

De bagaço gerado a cada 1ton de cana processada

Fonte: Singh *et al.* (2021)



37,4 Bilhões

Litros de etanol produzido no Brasil

Fonte: Brasil (2025)



10 – 15L

De vinhaça gerada a cada 1L de etanol produzido

Fonte: Carvalho *et al.* (2023)

MOTIVAÇÃO

Cana-de-açúcar

- Açúcar
- Etanol de Primeira Geração

Palha e bagaço

- Etanol de Segunda Geração
- Combustível Sustentável de Aviação
- Bioeletricidade
- Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono

Vinhaça e torta de filtro

- Biogás
- Biometano

OBJETIVOS

- **Objetivo Geral:**

Avaliar rotas tecnológicas e configurações de biorrefinarias do setor sucroenergético brasileiro por meio da bioeconomia circular e da ecologia industrial.

- **Objetivos Específicos:**
  - Mapear o estado da arte das rotas tecnológicas por meio de Revisão Sistemática da Literatura (RSL).
  - Comparar o desempenho das rotas utilizando o método PROMETHEE I e II.
  - Ranquear o potencial de circularidade de biorrefinarias com base *Opportunity Indicator for Circularity* (OIA) e Índice de Circularidade Industrial (ICI).
  - Construir um roadmap tecnológico até 2035.

APLICAÇÃO NO SETOR DE BIOCOMBUSTÍVEIS E ENERGIA



Tecnológico e Operacional

Transição além da bioeletricidade convencional.

Otimização do uso de resíduos e coprodutos com base na disponibilidade territorial de biomassa.



Segurança Energética

Diversificação da matriz brasileira.

Redução drástica da dependência de combustíveis fósseis mediante a integração estruturada com o setor elétrico.



Financeiro e Econômico

Apoio a decisões de CAPEX para novas plantas.

Ampliação de fontes de receita através de bioprodutos e créditos de carbono.

RESULTADOS OBTIDOS

A revisão sistemática evidenciou:



- Diversas aplicações de resíduos:
  - Fins energéticos;
  - Aplicações industriais.
- As rotas tecnológicas são avaliadas de forma isolada.
- São restritas as combinação das dimensões ambiental, econômica, social e circular.
- Métodos quantitativos + análises multicritério + planejamento de longo prazo.

RESULTADOS ESPERADOS



Aplicação dos métodos PROMETHEE I e II para comparar as rotas individuais e determinar o desempenho global e relativo quanto às suas vantagens em critérios específicos.



Através do mapeamento dos fluxos de biomassa e energia, medição do OIA e ICI em 7 configurações de biorrefinaria, permite identificar arranjos de alto valor agregado.



Organização das rotas em um roadmap em três horizontes estratégicos de adoção:

- Curto prazo (2025–2030): Rotas com maior prontidão para adoção imediata;
- Médio prazo (2030–2035): Rotas em fase de expansão e consolidação;
- Longo prazo (pós-2035): Rotas dependentes de avanços tecnológicos, regulatórios e de mercado.

prh anp 35/UFPB

Thamires Costa de Lima

(81) 99133-5382

thamires.lima@cear.ufpb.br

linkedin.com/in/thamires-limaa


prh anp


anp
Gestão:
FAPESP