



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO



Redução de custos energéticos em plantações de milho: Aplicação da tarifa verde e automação de irrigação no semi-árido

Marcelo Veríssimo de Oliveira

Mossoró, 2025



INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

O crescimento da demanda por alimentos, aliado à escassez de recursos naturais e à intensificação do uso de tecnologias na agricultura, torna cada vez mais urgente a busca por soluções que combinem produtividade com sustentabilidade. No caso do Brasil, essa necessidade é ainda mais evidente nas regiões semi-Áridas, como o interior do Rio Grande do Norte, onde o plantio de milho representa uma das principais atividades econômicas rurais. No entanto, os custos operacionais, em especial os relacionados à energia elétrica utilizada na irrigação, têm se mostrado um dos principais entraves para a rentabilidade dos pequenos e médios produtores da região.

Diante disso, a presente proposta investiga: Como a adoção da tarifa verde e a automação do sistema de irrigação podem contribuir para a redução dos custos energéticos nas fazendas de milho no semi-Árido potiguar? A hipótese que orienta este trabalho é que a adoção dessas estratégias não apenas reduz o consumo de energia elétrica, mas também promove uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos e financeiros das propriedades rurais, contribuindo para a sustentabilidade econômica e ambiental da produção.

O tema se insere no contexto dos debates contemporâneos sobre a transição energética e a modernização da agricultura, estando diretamente relacionado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial os de número 7 (energia acessível e limpa) e 12 (consumo e produção responsáveis). A proposta dialoga com o estudo de Fernandes et al. (2008), que avaliou o custo energético de diferentes operações agrícolas mecanizadas na cultura do milho e demonstrou que sistemas de manejo conservacionistas, como o plantio direto, podem reduzir significativamente o consumo de combustível e, conseqüentemente, os custos energéticos totais. Segundo os autores, o plantio direto apresentou um custo energético de apenas 52,72% em relação ao sistema convencional, economizando até 1216,51 MJ ha⁻¹, o equivalente a 25,45 litros de diesel por hectare.

O milho, no contexto semi-Árido brasileiro, é uma cultura estratégica tanto do ponto de vista econômico quanto alimentar. Segundo dados do IBGE (2022), o milho ocupa posição de destaque na composição da renda agrícola familiar, principalmente em áreas que dependem da irrigação para manter a produtividade ao longo do ano. Além de ser consumido internamente, ele é base para a alimentação animal e para o fornecimento de matéria-prima à indústria de alimentos e de biocombustíveis.



Esses resultados evidenciam que práticas voltadas à racionalização do uso energético são viáveis técnica e economicamente, especialmente quando combinadas com estratégias como a automação e a gestão tarifária. A tarifa verde, regulada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), oferece desconto na conta de energia elétrica para unidades consumidoras que concentram o uso em horários de menor demanda, geralmente no período noturno. Trata-se de uma modalidade específica voltada, entre outros, ao setor agropecuário, conforme estabelece a Resolução Normativa nº 479/2012 da ANEEL.

Essa alternativa já tem sido aplicada com sucesso em setores como a irrigação agrícola, com destaque para os estudos de Silva et al. (2021), que demonstraram uma economia média de 25% na fatura de energia em propriedades que adaptaram seu funcionamento ao regime tarifário diferenciado. Essa economia pode ser ainda maior quando associada ao uso de sensores de solo, estações meteorológicas e sistemas de automação que controlam a irrigação com base em dados em tempo real.

Além disso, a automação da irrigação, como destacam Medeiros et al. (2020), permite uma aplicação mais precisa da água conforme a demanda da planta e as condições climáticas, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência energética do processo. Em sistemas tradicionais, muitas vezes o uso da água é feito de maneira contínua e pouco técnica, resultando em gastos desnecessários tanto de energia quanto de recursos hídricos — o que, no semi-Árido, se traduz em prejuízos ambientais e financeiros.

O contexto semi-Árido exige soluções específicas. A região do Oeste Potiguar, por exemplo, apresenta um índice de radiação solar elevado e uma disponibilidade irregular de chuvas, o que intensifica a dependência de sistemas de irrigação contínua para o cultivo do milho. Nesse cenário, segundo Gomes et al. (2019), cerca de 30% dos custos de produção estão associados ao consumo de energia elétrica. Esse número evidencia a urgência de repensar o modelo energético das propriedades, apostando em estratégias que promovam a otimização do uso de energia sem comprometer a produtividade agrícola.

Políticas públicas que incentivem o uso racional da energia e da água na agricultura irrigada têm papel fundamental nesse processo. O Plano Nacional de Irrigação (PNI) e programas estaduais, como o Mais Irrigação, já reconhecem a importância da gestão energética para o sucesso das práticas irrigadas no semi-Árido. Entretanto, a adesão às



modalidades como a tarifa verde ainda é baixa, seja por falta de informação, assistência técnica ou investimento inicial em automação. Daí a importância de estudos que demonstrem, com dados concretos, os benefícios econômicos e ambientais dessas tecnologias.

Portanto, este trabalho propõe uma abordagem econômica e técnica para a redução dos custos energéticos nas fazendas de milho, com foco no uso da tarifa verde e da automação da irrigação. A proposta se justifica não apenas pelo potencial de economia financeira direta, mas também por contribuir para a sustentabilidade da produção agrícola em um dos biomas mais vulneráveis do país. Além disso, o estudo dialoga com os objetivos de pesquisa científica da área de Ciências Agrárias, Engenharia e Economia Rural, ao oferecer subsídios para a formulação de políticas públicas e recomendações técnicas aplicáveis a realidades locais.

Ao integrar os dados empíricos de estudos anteriores com a realidade específica do semi-Árido potiguar, este plano de trabalho busca contribuir com evidências práticas e teóricas para um modelo de produção agrícola mais eficiente, econômico e sustentável. A expectativa é que os resultados obtidos possam orientar agricultores, técnicos e formuladores de políticas públicas na tomada de decisões mais assertivas quanto ao uso dos recursos energéticos no campo.

OBJETIVOS

GERAL: Analisar como a adoção da tarifa verde e a automação da irrigação podem contribuir para a redução dos custos com energia elétrica em plantações de milho no semiárido potiguar.

Este objetivo busca compreender, por meio de estudo de caso e simulação econômica, de que forma estratégias energéticas específicas — como a migração para a tarifa verde e a automação do sistema de irrigação — podem impactar positivamente os gastos com energia elétrica em propriedades agrícolas da região semiárida do Rio Grande do Norte. A intenção é propor soluções viáveis que aumentem a eficiência energética, reduzam custos operacionais e incentivem práticas sustentáveis no meio rural.

ESPECÍFICO



- Analisar como a automação da irrigação pode melhorar a eficiência no uso da energia elétrica nas propriedades rurais. Este objetivo visa estudar o impacto da automação na gestão do consumo de energia, considerando a possibilidade de operar os sistemas de irrigação fora do horário de ponta, bem como otimizar o uso da água, reduzindo o tempo de funcionamento das bombas e, conseqüentemente, o gasto energético.
- Avaliar a viabilidade técnica e financeira da implementação da tarifa verde e da automação do sistema de irrigação. Pretende-se calcular e comparar os custos e benefícios da adoção dessas tecnologias em propriedades reais ou simuladas, levando em conta fatores como porte da fazenda, tipo de cultura, perfil de consumo de energia, investimentos iniciais, retorno econômico e possíveis obstáculos técnicos ou logísticos.

METODOLOGIA

Este plano de trabalho adotará uma abordagem qualitativa e quantitativa, de caráter exploratório e analítico, com o objetivo de avaliar estratégias para a otimização do consumo de energia elétrica em fazendas de plantio de milho no semiárido potiguar, por meio da análise do uso da tarifa verde e da automação do sistema de irrigação.

1. Levantamento de Dados

O primeiro passo consistirá na pesquisa bibliográfica e documental em fontes científicas, institucionais (ANEEL, EMBRAPA, IBGE, COSERN) e acadêmicas, para fundamentar conceitos como tarifa verde, irrigação automatizada e consumo energético no setor agrícola.

2. Estudo de Caso



Será realizada uma análise de estudo de caso em uma ou mais propriedades agrícolas localizadas no semiárido potiguar que cultivam milho e utilizam irrigação. Serão coletadas as seguintes informações:

- Tipo de sistema de irrigação utilizado;
- Perfil de consumo energético (medição mensal e horários de uso);
- Tarifa aplicada (convencional ou verde);
- Custos operacionais relacionados à energia;
- Possibilidade e viabilidade técnica de implementação de automação.

As informações serão obtidas por meio de entrevistas semiestruturadas com os produtores rurais, aplicação de questionários e coleta de dados secundários (contas de energia, boletins técnicos, relatórios de produção).

3. Simulação Econômica

Com base nos dados obtidos, será feita uma simulação comparativa entre o consumo atual de energia e um cenário otimizado, com:

- Adoção da tarifa verde;
- Implementação de automação no sistema de irrigação;
- Possível alteração nos horários de irrigação para períodos fora de ponta.

A análise envolverá o uso de planilhas eletrônicas (Excel) e ferramentas de modelagem básica de custo-benefício, buscando estimar a economia potencial de energia e a redução de gastos mensais.



4. Análise e Interpretação

Os dados obtidos serão analisados de forma descritiva e comparativa, identificando os benefícios econômicos, operacionais e ambientais do uso inteligente da energia elétrica no campo. Serão gerados gráficos, tabelas e um resumo interpretativo para embasar as conclusões.

5. Considerações Éticas

Este plano de trabalho não envolve experimentação com seres humanos ou animais, portanto não se aplica a submissão a comitês de ética (CEP/CEUA). No entanto, será garantido o anonimato dos participantes e o uso responsável das informações obtidas nas entrevistas.

HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS

- Análise de dados: interpretação e comparação de dados energéticos e econômicos obtidos em campo e por meio de simulações;
- Escrita acadêmica: produção de textos técnicos e científicos com base em pesquisa bibliográfica e resultados do estudo;
- Uso de ferramentas digitais: aplicação de planilhas eletrônicas e softwares para simulações de custo-benefício e organização dos dados;
- Pesquisa de campo: desenvolvimento de entrevistas, aplicação de questionários e coleta de dados em propriedades agrícolas;
- Raciocínio crítico e científico: elaboração de hipóteses, interpretação de resultados e formulação de propostas sustentáveis;



- Organização e gestão de tempo: cumprimento de cronograma e divisão adequada das etapas do plano de trabalho;
- Comunicação oral e visual: apresentação dos resultados por meio de seminários, infográficos ou mídias digitais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNANDES, Haroldo Carlos; SILVEIRA, João Cleber Modernel da; RINALDI, Paula Cristina Natalino. Avaliação do custo energético de diferentes operações agrícolas mecanizadas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1582–1587, set./out. 2008.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO

| Atividade | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| s | | | | | | | |
| Leitura e revisão de literatura | X | X | | | | | |
| Coleta de dados | | X | X | | | | |



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tratament o dos dados | X | X | | |
| Análise dos dados | | X | X | |
| Elaboraça o de relatório parcial | | | X | X |
| Escrita do relatório final | | | X | X |
| Apresenta ção dos resultados | | | | X |