

# ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA ELETRIFICAÇÃO DE UM TRATOR AGRÍCOLA

## TECHNICAL FEASIBILITY ANALYSIS FOR THE ELECTRIFICATION OF AN AGRICULTURAL TRACTOR

Luíza Moreira Cardoso dos Santos<sup>1, i</sup>  
Prof. orientador: Me. Maurício Gayubas<sup>2, ii</sup>  
Prof. Me. Antônio Luiz Barbosa dos Santos<sup>3, iii</sup>  
Prof. Me. Francinildo de Sousa Barbosa<sup>4, iv</sup>

### RESUMO

Este artigo investiga a viabilidade técnica de converter um trator agrícola com motor a combustão interna em modelo elétrico, visando soluções mais sustentáveis e econômicas diante da escassez de combustíveis fósseis e dos impactos ambientais. A metodologia envolveu análise detalhada de um trator existente para extrair dados técnicos e dimensionar motor de indução trifásico, inversor e banco de baterias conforme os requisitos de torque e potência. Os resultados confirmam a viabilidade da conversão, com potencial para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e promover um agronegócio mais sustentável.

**Palavras-chave:** Trator Agrícola; Veículos Elétricos; Motor de Indução.

### ABSTRACT

This scientific article investigates the technical feasibility of converting a conventional agricultural tractor with an internal combustion engine into an electric model, aiming for more sustainable and cost-effective solutions in agriculture amid fossil fuel scarcity and environmental concerns. The methodology involved a detailed analysis of an existing combustion-powered tractor to extract essential technical data for sizing the electric system components. A three-phase induction motor was selected for its robustness and efficiency. The motor, inverter, and battery bank were sized based on the original tractor's torque and power requirements. The results confirm that converting a combustion-powered tractor into an electric model is technically feasible, with significant potential to reduce fossil fuel dependence and support a more sustainable agribusiness.

**Keywords:** Agricultural Tractor; Electric Vehicles; Induction motor.

## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro é vital para a economia, mas enfrenta desafios relacionados ao impacto ambiental, como a emissão de gases de efeito estufa (GOMDIM, FIGUEIRÊDO, et al., 2017). A demanda por inovação impulsiona a busca

---

<sup>1</sup> Pós-graduada em Veículos Elétricos e Híbridos na Faculdade SENAI de Tecnologia Automotiva. E-mail: lu\_moreira3@hotmail.com

<sup>2</sup> Docente e Mestre em Administração em Gestão Ambiental e Sustentabilidade da Faculdade SENAI de Tecnologia Automotiva. E-mail: mauricio.gayubas@sp.senai.br

<sup>3</sup> Docente e Mestre em Engenharia Automotiva da Faculdade SENAI de Tecnologia Automotiva. E-mail: antonio.barbosa@sp.senai.br

<sup>4</sup> Docente e Mestre em Educação Matemática da Faculdade SENAI de Tecnologia Automotiva. E-mail: francinildo.barbosa@sp.senai.br

por tecnologias mais sustentáveis, como a eletrificação de máquinas agrícolas. Tratores elétricos, por exemplo, prometem reduzir emissões, otimizar custos operacionais ao dispensar combustíveis fósseis e oferecer torque instantâneo, além de viabilizar o uso de microgeração de energia na propriedade (FENDT, 2017; GOLDEMBERG e LUCON, 2007).

### **1.1 Problema de pesquisa**

Tratores elétricos oferecem autonomia adequada para propriedades rurais e potencial de economia ao utilizar tarifas diferenciadas e microgeração local (YAK TRACTORS, 2017; ANEEL, 2023). No entanto, a transição exige análise técnica detalhada, considerando tipos de motores, baterias, métodos de controle e autonomia, com foco na modernização e sustentabilidade do setor agrícola brasileiro.

### **1.2 Objetivo(s)**

O estudo analisa a viabilidade técnica da conversão de um trator diesel em elétrico, comparando componentes dimensionados com dados teóricos para validar a substituição.

### **1.3 Justificativa**

O estudo avalia a eletrificação de tratores como alternativa sustentável para reduzir emissões e consumo de combustíveis fósseis, com foco em eficiência e impacto operacional.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Veículos elétricos (VEs), impulsionados por motores elétricos, não são uma inovação recente, mas a limitação de autonomia e o peso das baterias no passado restringiram seu uso (BARAN e LEGY, 2011; INEE, 2018). Com o avanço das tecnologias de bateria, a viabilidade de VEs tem aumentado.

### **2.1 Tratores Agrícolas Elétricos**

A viabilidade de tratores elétricos já era apontada por Thoreson (1986, apud Rodrigues et al., 2006). Hoje, fabricantes como John Deere e AGCO desenvolvem protótipos, como o FENDT e 100 Vario (50 kW, 100 kWh), com até 5h de autonomia e redução de CO<sub>2</sub> e manutenção (FENDT, 2017).

### **2.2 Motores Elétricos**

Motores elétricos convertem energia em torque mecânico; os de indução CA se destacam pela robustez e baixa manutenção. Inversores ajustam torque e velocidade conforme a demanda. Em tratores, o dimensionamento deve considerar potência, fator de serviço e torque para garantir desempenho agrícola.

### **2.3 Integração: Consumo e Produção de Energia em Propriedades Rurais**

A geração de energia renovável em áreas rurais tem se tornado mais viável, impulsionada por incentivos e queda de custos (ANEEL, 2018). Essa autossuficiência energética pode reduzir os custos operacionais de tratores elétricos e promover sustentabilidade no campo

### 3 METODOLOGIA

O estudo combinou revisão bibliográfica e estudo de caso com foco no trator Valtra BM135, amplamente utilizado na agricultura familiar. O motor diesel original (AGCO POWER 49DTC3, 132 CV e 500 Nm a 1850 RPM) teve potência efetiva aferida em 96,82 kW. Na conversão elétrica, adotou-se motor central com preservação da caixa de câmbio para garantir alto torque, considerando as dimensões do trator para integração dos novos componentes.

#### 3.1 Determinação da Motorização Elétrica

A motorização elétrica do Valtra BM135 utiliza motor de indução trifásico WEG W22 IR3 Premium de 90 kW, 2 polos e torque nominal de 480 Nm. Apesar de ligeiramente inferior ao diesel (500 Nm), sua sobrecarga de até 320% garante desempenho agrícola. Com isolamento classe F e proteção IP55, é robusto e eficiente para o campo.

#### 3.2 Determinação do Controlador/Inversor

O controle do motor é feito pelo inversor WEG CVW 500, específico para mobilidade elétrica, com entrada de 130–400 Vcc e corrente nominal de 275 Arms (até 550 Arms por 1 min). Compatível com motores trifásicos, oferece controle preciso via protocolo CAN. Com entrada de 350 Vcc, gera saída de 247,49 Vca por fase e potência de 204,18 kW.

#### 3.3 Bateria e Dispositivo de Carregamento

Optou-se por baterias LiFePO<sub>4</sub> BYD B-Box 2.5 pela segurança e durabilidade. Com 40 módulos de 2,56 kWh (total de 102,4 kWh), o sistema garante 2h10min de autonomia a 48,91 kW médios. O acréscimo de 1520 kg (7,11%) é compensado pela remoção do motor e tanque, com distribuição frontal favorecendo o equilíbrio. A recarga é feita via estação trifásica ABB EVLUNIC B PLUS 11kW.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A substituição do motor diesel do Valtra BM135 por um motor elétrico WEG de 90 kW, com inversor e baterias, mostrou viabilidade técnica. A configuração com motor central e caixa de câmbio atende às exigências agrícolas. Apesar da menor potência nominal (122 CV vs 132 CV), o torque inicial elevado e a sobrecarga superam o desempenho do diesel em baixas rotações. Também foi feito um comparativo preliminar de custos operacionais para avaliar a viabilidade econômica

- **Trator a diesel (Valtra BM135):** custo de operação médio de R17,78 p/h (considerando R\$ 6,26 L de diesel e consumo de 2,84 L/h a 50% da potência).
- **Trator elétrico proposto:** custo de operação médio de R6,06 p/h (considerando R\$0,73/kWh em área rural e consumo de 10,83 kWh/h a 50% da potência).

Considerando a matriz energética, o modelo elétrico apresenta custo operacional 42% menor. O sistema integra motor, inversor, banco de baterias e controlador com IHM via CAN, permitindo controle preciso e

monitoramento em tempo real. A curva de operação confirma torque adequado e alta sobrecarga para vencer a inércia. O banco de 40 baterias LiFePO<sub>4</sub> (102,4 kWh) garante autonomia de 2h10min, suficiente para diversas tarefas agrícolas. O acréscimo de 7,11% na massa total é compensado pela remoção do motor diesel e tanque, com impacto reduzido.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo avaliou a viabilidade técnica da conversão de um trator agrícola a diesel para elétrico, visando reduzir impactos ambientais e avançar na mobilidade elétrica rural. Foram analisadas características de motores, inversores e sistemas de armazenamento (Quadro 1). O Valtra BM135 foi equipado com motor WEG de 90 kW, inversor CVW 500 e 40 baterias LiFePO<sub>4</sub> (102,4 kWh), confirmando a viabilidade da eletrificação. O modelo apresenta torque compatível e custo operacional 42% menor, apesar da autonomia reduzida (2h10min vs 13h45min).

Quadro 1 - Comparativo Versão Diesel x Modelo Proposto

Especificação Técnica	Valtra BM135 (Diesel)	Versão Proposta (Elétrica)
Motor	BM135	WEG W22 IR3 90 kW
Alimentação	Diesel	Elétrico
Potência Nominal	132 CV	90 kW (122 CV)
Torque Nominal	500 N.m	480 N.m
Autonomia (50% uso)	13h45min	2h10min
Custo Operacional	R\$\$ 17,78/h	R\$\$ 6,06/h

Fonte: Autores, 2025

O estudo demonstra que tratores elétricos podem igualar o desempenho dos modelos a diesel, com a autonomia como principal desafio. A integração com microgeração rural reduz custos, promove autossuficiência energética e sustentabilidade. Conclui-se que a mobilidade elétrica é estratégica para mitigar emissões, otimizar recursos e fortalecer o agronegócio sustentável.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifa Branca**, 2023. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/tarifa-branca>>. Acesso em: 04 de setembro de 2023.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Geração Distribuída**, 2018. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>>. Acesso em: 31 setembro 2023.

CHAPMAN, S. J. **Fundamentos De Máquinas Elétricas**. Tradução de Anatólio Laschuk. 5ª. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2013.

FENDT. Fendt e100 Vario: **The battery-powered compact tractor**, 2017. Disponível em: <<https://www.fendt.com/int/fendt-e100-vario.html>>. Acesso em: 04 abr. 2024.

FILHO, J. M. **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS**. 9ª. ed. Rio de

Janeiro: LTC, 2017.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia E Meio Ambiente**. Estudos Avançados, São Paulo, jan./Apr. 2007. 7-20.

GOMDIM, R. S. et al. **Mudanças climáticas e agricultura**. In: EMBRAPA Produção de Melão e Mudanças Climáticas. 1ª. ed. Brasília: Embrapa Agroindústria Tropical, v. 1, 2017. Cap. 2, p. 304.

INEE. INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **Veículos Elétricos**, 2018. Disponível em: <[http://www.inee.org.br/veh\\_sobre.asp?Cat=veh](http://www.inee.org.br/veh_sobre.asp?Cat=veh)>. Acesso em: 23 maio 2024.

RODRIGUES, D. E. et al. **Desempenho De Um Microtrator Utilizando-Se Motores Com Diferentes Alternativas Energéticas**. Acta Sci. Technol, Maringá, v. 28, n. 1, p. 55/63, janeiro/junho 2006.

YAK TRATORES ELÉTRICOS, 2017. Disponível em: <<https://www.yaktractors.com/filosofia>>. Acesso em: 29 de setembro 2023.

## **SOBRE O(S)AUTOR(ES)**

### **i Luíza Moreira Cardoso dos Santos**



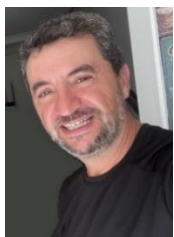
Engenheira Mecânica pela Universidade de Mogi das Cruzes (2022), e pós-graduada em Veículos Elétricos e Híbridos pela Faculdade SENAI de Tecnologia Automotiva (2024). Atualmente é engenheira de produto na empresa Caterpillar Inc. no departamento de Desenvolvimento de Drivetrain. <https://orcid.org/0009-0000-3058-1852>

### **ii Mauricio Gayubas**



Engenheiro Eletricista com especialização em Marketing (FGV) e mestrado em Gestão Ambiental e Sustentabilidade (UNINOVE/Frankfurt). Professor de Sistemas Automotivos no SENAI. Possui experiência profissional no exterior, atuando em diversas multinacionais nas áreas de produção, logística reversa e economia circular. <https://orcid.org/0000-0002-7655-4670>

### **iii Antônio Luiz Barbosa dos Santos**



Possui mestrado profissional em Engenharia Automotiva pela USP (2008) e experiência profissional na área de Engenharia de Produção e Automobilística, com foco em gerenciamento de projetos e desenvolvimento de produtos. Atualmente é professor na graduação e pós-graduação da Faculdade Senai de Tecnologia. <https://orcid.org/0000-0001-8016-6841>

### **iv Francinildo de Sousa Barbosa**



Mestre em Educação Matemática, com mais de 38 anos na Educação Básica e 24 no Ensino Superior. Professor assistente no Centro Universitário SENAI-SP e diretor escolar em São Bernardo do Campo, com foco em matemática aplicada e gestão educacional..  
<https://orcid.org/0009-0003-9102-9908>