

# ENGATE DIANTEIRO PARA TRATOR ELÉTRICO

**Palavras-Chave:** AGRICULTURA FAMILIAR, ENGATE DIANTEIRO, TRATOR ELÉTRICO.

**Autores(as):**

**Caio Henrique Gomes Amad - FEAGRI/UNICAMP**

**Prof.º Dr.º Daniel Albiero (orientador) - FEAGRI/UNICAMP**

**MCs Jenyffer da Silva Gomes Santos (coorientador) - FEAGRI/UNICAMP**

---

## INTRODUÇÃO:

Na compreensão de desenvolvimento agrícola, as principais inovações tecnológicas incluem a preparação do solo, adubação, irrigação e a utilização de máquinas, sendo o trator a de maior importância, especialmente devido ao sistema de engate de três pontos com acionamento hidráulico, considerado um dos mais significativos segundo Reis e Sverzut (1994). Esse sistema é essencial na agricultura moderna, fornecendo a potência necessária para o funcionamento eficiente dos implementos conectados e permitindo maior versatilidade nas operações agrícolas. Desta forma, embora exista um consenso geral sobre a importância do desenvolvimento tecnológico, a questão de quais tecnologias e nível de mecanização são mais adequados para agricultores familiares ainda é discutida. No Brasil, a maioria dos agricultores familiares enfrenta restrições estruturais, como questões econômicas e condições institucionais desfavoráveis, o que dificulta seu desenvolvimento, observado pela porcentagem de pequenos produtores que têm acesso a tecnologia voltada para o trabalho, sendo apenas 33,81% dos agricultores familiares no Brasil que adotam tecnologias básicas (Medina, 2015).

Os implementos agrícolas podem ser acoplados de três formas: montado, semi-montado e de arrasto, o sistema montado conecta-se aos três pontos do engate hidráulico do trator, proporcionando estabilidade, o semi-montado aos dois pontos inferiores, oferecendo flexibilidade e o de arrasto à barra de tração, ideal para terrenos irregulares (Garcia & Junior, 2016). No entanto, para que essas tecnologias sejam acessíveis aos agricultores familiares, é crucial que suas limitações financeiras e estruturais sejam consideradas. O acionamento hidráulico utiliza uma alavanca de posição para ajustar a altura dos braços inferiores, adaptando a altura do implemento ao solo (Santos, 2012), e é composto por uma bomba hidráulica e um cilindro, tudo isto compõe o sistema de levante hidráulico, que é responsável por elevar e abaixar os implementos, distribuindo uniformemente a carga e minimizando o esforço sobre o trator (Francetto, 2012). Ou seja, este sistema oferece segurança e durabilidade, permitindo ajustes rápidos que reduzem riscos de acidentes e danos, e sua construção robusta assegura longa vida útil e desempenho consistente.

Para os agricultores familiares, a adoção dessas tecnologias pode representar um avanço significativo em eficiência e segurança, desde que haja apoio adequado para sua implementação. Neste contexto, a presente pesquisa tem como objetivo projetar um engate dianteiro com acionamento hidráulico para trator elétrico, especificamente adaptado para pequenos produtores, considerando aspectos cruciais como segurança,

desempenho, eficiência e durabilidade. Propõe-se um modelo de engate que atenda às necessidades destes agricultores, visando melhorar a produtividade e a sustentabilidade das práticas agrícolas, proporcionando uma solução avançada para os desafios enfrentados pelos agricultores familiares na atualidade.

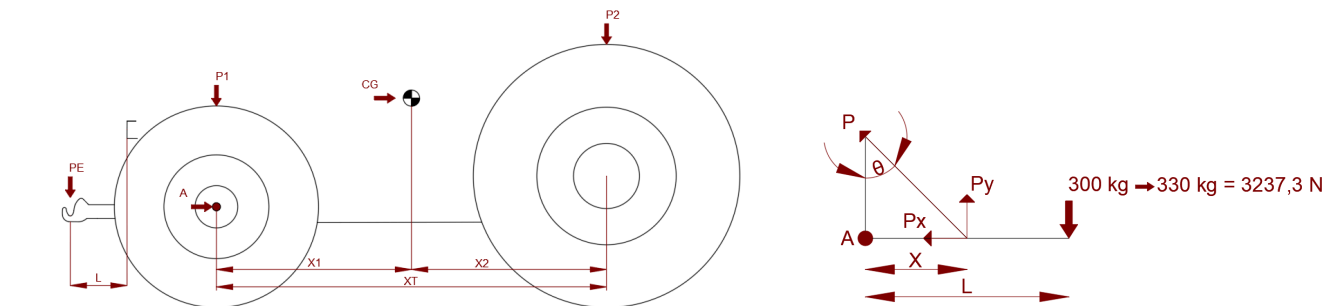
## METODOLOGIA:

Para iniciar o projeto, foi aplicado o método morfológico, uma abordagem recomendada para decompor problemas complexos em questões menores. Primeiramente, foi desenvolvida uma matriz morfológica (Tabela 1), considerando diversos parâmetros como o material a ser utilizado, o tipo de acionamento, os tipos de acoplamento disponíveis, o posicionamento do engate e a capacidade de levante hidráulico. A norma técnica ABNT NBR ISO 730:2020 foi selecionada como referência para o dimensionamento do engate, permitindo a realização de um memorial de cálculo (Figuras 1 e 2). Este memorial forneceu informações cruciais, como a capacidade de levante do trator e a força necessária para os pistões do engate, utilizando equações de somatório de momento. Esses cálculos foram baseados em dados disponíveis de um modelo de trator semelhante no mercado, o Massey Ferguson MF 290.

O desenvolvimento do projeto prosseguiu com o uso de software de modelagem 3D, permitindo a criação de um protótipo inicial. Este protótipo foi submetido a uma análise detalhada, para identificar possíveis melhorias, utilizando softwares avançados para simular as condições reais de operação, garantindo que o engate projetado atendesse aos requisitos de segurança, desempenho e durabilidade. Os testes realizados possibilitaram avaliação da resistência do engate, verificação de compatibilidade com diferentes tipos de implementos e ajustes necessários para otimização do design. Desta forma, a aplicação do método morfológico, aliada ao rigor técnico da norma ABNT NBR ISO 730:2020 e ao uso de tecnologias avançadas de modelagem, possibilitaram que a proposta de projeto do engate dianteiro fosse desenvolvida de maneira eficiente, garantindo segurança e atendendo as necessidades das operações agrícolas modernas.

**Tabela 1 - Matriz Morfológica**

Componentes	1	2	3	4	5
Material	Aço 4340	Aço 1045	Aço 4140	Aço 1020	
Acionamento	Hidráulico	Eletro hidráulico	Mecânico	Eletromecânico	
Tipos de acoplamento	1N	1	2N/2	3N/3	4N/4
Tipo de Acoplador	Estrutura em "U"	Estrutura em "A"	Braço de ligação		Acoplador por barra
Posicionamento	Dianteiro	Traseiro	Duplo		
Capacidade de levante hidráulico no olhal (kg)	200 kg	300 kg	600 kg	800 kg	1000kg
Vazão máxima da bomba hidráulica (lpm)	12,5	25	37,5	50	62,5



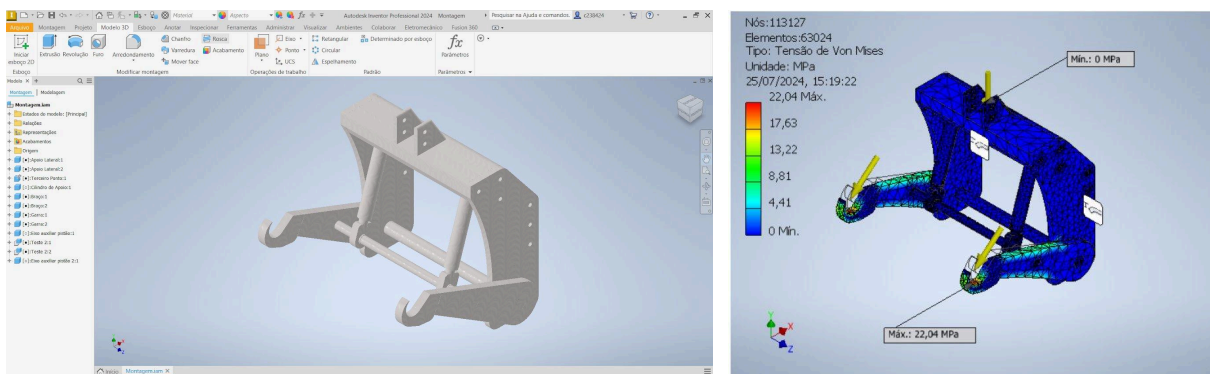
**Figuras 1 e 2** - Respectivamente, diagrama de corpo livre para cálculo de somatório de momento no ponto A e diagrama de corpo livre do pistão. Fonte - De autoria própria.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Após a realização dos cálculos e a análise das normas técnicas pertinentes, foi proposto um modelo de engate, que contou com a criação de diversas peças individuais, como apoios laterais, eixos de apoio, braços de ligação, terceiro ponto, pistões, entre outros componentes. Essas peças foram montadas para permitir uma visualização mais detalhada e uma representação mais precisa do conjunto (Figura 3). As dimensões de cada peça foram definidas conforme as necessidades específicas do projeto e as normas técnicas aplicáveis.

A definição precisa dessas dimensões foi crucial para assegurar o funcionamento do conjunto, garantindo a integridade estrutural e a funcionalidade do engate. Atualmente, o projeto encontra-se na fase de testes estruturais em ambiente computacional, utilizando o software Inventor 2024, estes têm como objetivo identificar e analisar possíveis pontos de melhoria no design, garantindo a eficiência e a segurança do sistema. Com os testes realizados, foi possível determinar a tensão de von Mises, que é um critério amplamente utilizado em engenharia de materiais e mecânica dos sólidos para prever a falha de materiais dúcteis sob diferentes estados de tensão, ou seja, se trata de um critério indispensável em análises de elementos finitos para verificar a integridade estrutural de componentes sob cargas complexas.

Desta forma, foi possível constatar que a aplicação da geometria escolhida e do material selecionado, aço 1020 laminado, são suficientes para suportar a operação de maior exigência definida na matriz morfológica do projeto, que é a pulverização com um pulverizador de 600 litros. Isto pode ser observado no gráfico de tensões gerado pela análise computacional (Figura 4), que indica que o ponto de maior tensão no engate atingirá no máximo 22 MPa, sendo que o material utilizado apresenta uma tensão de escoamento de 350 MPa, logo conclui-se que a modelagem aplicada foi correta e se tem uma alta margem de segurança para operação.



**Figuras 3 e 4** - Respectivamente, engate dianteiro montado e simulação de tensão de Von Mises realizada no software Inventor 2024. Fonte - De autoria própria.

## CONCLUSÕES:

A pesquisa revelou a ausência deste tipo de tecnologia voltada para a agricultura familiar no Brasil, evidenciando uma significativa oportunidade de inovação e aprofundamento de estudos em uma área pouco explorada. Esta deficiência tecnológica aponta para a necessidade urgente de desenvolver soluções específicas que atendam às demandas deste segmento agrícola, promovendo maior eficiência e sustentabilidade nas operações diárias de agricultores familiares.

Desta forma, com base nos resultados obtidos, conclui-se que é viável criar um protótipo de engate dianteiro eficiente e seguro, capaz de auxiliar em diversas operações de mecanização agrícola. Este protótipo será capaz de atender às necessidades específicas da agricultura familiar, ajudando a modernizar o setor, reduzir o esforço físico dos agricultores, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos agrícolas provenientes de pequenos produtores.

Além disso, o aprofundamento nesta área de estudo pode incentivar futuras pesquisas e inovações, levando à criação de novas ferramentas e técnicas para transformar a agricultura familiar no Brasil. A integração de tecnologias modernas com práticas agrícolas tradicionais pode resultar em um modelo mais sustentável e eficiente, promovendo assim um desenvolvimento rural de maior abrangência e equilíbrio.

---

## BIBLIOGRAFIA

ALBIERO, D.; MACIEL, A. J. DA S.; GAMERO, C. A. **Desenvolvimento e projeto de colhedora de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para agricultura familiar nas regiões de matas de transição da Amazônia.** Acta amazonica, v. 41, n. 1, p. 57–68, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 730:2020: **Tratores agrícolas de rodas — Engate traseiro de três pontos — Categorias 1 N, 1, 2 N, 2, 3 N, 3, 4 N e 4.** Rio de Janeiro, p. 17. 2020.

Back, N. 1983. **Metodologia de projeto de produtos industriais.** Rio de Janeiro, Guanabara Dois. 180pp.

DANDY, G. C.; WARNER, R. F. **Planning and Design of Engineering Systems.** Londres, England: Spon Press, 1989.

FRANCETTO, T. R. **Sistema hidráulico dos tratores agrícolas.** TIAGO FRANCETTO ENGENHARIA AGRÍCOLA Disponível em: <<https://tiagofrancetto.blogspot.com/2012/03/sistema-hidraulico-dos-tratores.html>>

GARCIA, R. F.; JUNIOR, J. F. S. V. **Manutenção do sistema hidráulico de tratores.** Revista Cultivar, UENF, n.162, mai/2016.

MEDINA, G. et al. **Development Conditions for Family Farming: Lessons From Brazil.** World Development, v. 74, p. 386–396, out. 2015.

REIS, A. V.; SVERZUT, C. B. **Análise espectral das forças no sistema de engate de três pontos do trator agrícola.** Rev. Brás. De AGROCIÊNCIA, v. 1, no1, Jan-Abr., 1995.

RENIUS, K. T. **Fundamentals of tractor design.** 1. ed. Cham, Switzerland: Springer Nature, 2020.

SANTOS, J. L. **Mecanização Agrícola.** Instituto formação, 2012.