

## PROPOSTA DE UM SISTEMA DE TRANSMISSÃO PARA TRATOR ELÉTRICO

**JOÃO V. DE F. MAGALHÃES<sup>1</sup>, VINICIUS DOS S. FERREIRA<sup>2</sup>, JOICE C. ÁVILA<sup>3</sup>,  
FABRÍCIO C. DE ALMEIDA<sup>4</sup>, JENYFFER DA S. G. SANTOS<sup>5</sup>, DANIEL ALBIERO<sup>6</sup>**

1 Graduando em Engenharia Agrícola, UNICAMP, (19)98124-6731, joao.magalhaes@feagri.unicamp.br

2 Graduando em Engenharia Agrícola, UNICAMP, (19)98116-9091, vinicius.ferreira@feagri.unicamp.br

3 Graduando em Engenharia Agrícola, UNICAMP, (19)99140-7835, joice.avila@feagri.unicamp.br

4 Graduando em Engenharia Agrícola, UNICAMP, (11)95034-8217, fabricio.almeida@feagri.unicamp.br

5 Engenheira Agrícola, Doutoranda na UNICAMP, (81)98359-9811, jnfgomes@gmail.com

6 Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, UNICAMP, (85)99239-8250, dalbiero@unicamp.br

### Apresentado no

**L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021  
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line**

**RESUMO:** O sistema de transmissão é elemento fundamental para o funcionamento de tratores agrícolas, sendo ele responsável por transmitir o torque produzido pelo motor para os demais elementos constituintes do veículo, tais como o sistema de rodado e a tomada de potência (TDP). Assim, o sistema de transmissão se subdivide em caixa de câmbio, embreagem, diferencial e redutor final, de forma que cada elemento possui uma função específica, a fim de proporcionar ao trator um funcionamento eficiente do ponto de vista mecânico. Portanto, faz-se necessário compreender como todos os componentes operam simultaneamente para que seja possível projetar de maneira adequada um sistema de transmissão que corresponda às necessidades específicas do trator e suas finalidades. A metodologia utilizada para o projeto foi a mesma proposta por Dandy e Warner, a qual propõe que um problema pode ser melhor analisado quando dividido em uma série de problemas diferentes, seguidos em ordem. Compreende-se que o sistema de transmissão aqui divulgado contribuirá para uma maior economia durante a prática das atividades agrícolas. Dessa forma, o objetivo deste projeto é identificar quais são os componentes que melhor se adequam para o dimensionamento de um trator de pequeno porte, que opera com potência em torno de 30 HP.

**PALAVRAS-CHAVE:** Transmissão, Tratores agrícolas.

## PROPOSAL OF A TRANSMISSION SYSTEM FOR AN ELETRIC TRACTOR

**ABSTRACT:** The transmission system is a key element for the operation of agricultural tractors, being responsible for transmitting the torque produced by the engine to the other constituent elements of the vehicle, such as the wheel system and the power take-off (PTO). Thus, the transmission system is subdivided into the gearbox, clutch, differential and final drive, so that each element has a specific function in order to provide the tractor with an efficient operation from the mechanical point of view. Therefore, it is necessary to understand how all components operate simultaneously in order to be able to properly design a transmission system that meets the specific needs of the tractor and its purposes. The methodology used for the design was the same as that proposed by Dandy and Warner, which proposes that a problem can be better analyzed when divided into a series of different problems, followed in order. It is understood that the transmission system disclosed here will contribute to greater economy during the practice of agricultural activities. Thus, the objective of this project is to identify which components are best suited for the sizing of a small tractor, which operates with a power of around 30 HP.

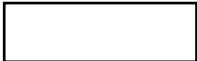

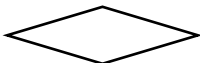
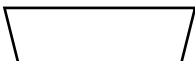
**Keywords:** transmission, agricultural tractors.

**INTRODUÇÃO:** Para Filho et al. (2010), o trator agrícola tem como principal função a transformação da energia proveniente da combustão do motor em força de tração. Ainda segundo os autores o motor é a maior fonte de torque do trator, e a transmissão fica encarregada de gerir o torque conforme a aplicação. O sistema de transmissão de um trator agrícola tem por principal finalidade transmitir a potência gerada no motor ao sistema hidráulico, à tomada de potência e às rodas motrizes (RIBAS et al. 2010). Os componentes do sistema de transmissão são: sistema de embreagem, caixa de câmbio, diferencial e redutor final (SENAR, 2017). O sistema de embreagem tem a função de cessar o torque na transmissão do motor momentaneamente, dessa forma a transmissão recebe o torque proveniente do motor (GUOLING 2010 et al.). A partir da caixa de câmbio são feitas as combinações possíveis de força de tração e velocidade de deslocamento devido ao motor utilizar um regime constante de rotação, como para cada atividade agrícola exige uma velocidade específica, mais opções de velocidade significa um maior leque de utilidades para o trator (SENAR, 2017). Para Varella (2007), o diferencial tem como principal função diversificar a rotação das duas rodas quando as mesmas se encontram em uma curva ou em patinagem. Segundo Macmillan (2002), o redutor é equivalente a uma segunda caixa de câmbio, possui a capacidade de permitir a redução da velocidade do motor para as rodas seja variada pelo operador. Portanto este conjunto de partes compõem o sistema de transmissão de um trator e serão escolhidos para melhor se adequarem a um trator de pequeno porte, de forma que se torne economicamente viável.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Segundo Dandy e Warner (1989), o método morfológico é indicado quando o problema pode ser dividido em uma série de problemas diferentes, mas que seguem uma ordem, de modo a analisar melhor individualmente seus componentes e suas combinações.

Assim, quando se inicia um projeto pode se dividi-lo em uma sequência de problemas que serão sintetizados em questões menores utilizando o método morfológico segundo a Figura 1 (BACK, 1983).

Tabela 1 – Convenções de fases no processo de projetar

Fase do evento	Representação gráfica	Descrição
<b>Processo</b>		Processo ou operação executada
<b>Resultado</b>		Dados de saída do processo
<b>Avaliação</b>		Comparação de dados e tomada de decisão
<b>Dados</b>		Informações ou dados de qualquer natureza

Fonte: Back (1983)

Após as fases e seu fluxograma serem definidos, pode-se realizar a aplicação do método morfológico, de acordo os passos descritos Dandy & Warner (1989): 1. Descrição do problema;

2. Listagem dos principais parâmetros do sistema; 3. Listagem das alternativas para satisfazer cada parâmetro do sistema, nas linhas devem-se colocar os parâmetros, e nas colunas as alternativas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O equipamento será descrito, em conceito preliminar, com base na tabela 1: serão dois discos de embreagem, pois serão direcionados um para a transmissão e outro para a TDP, seu material será ceramético visto sua eficiência e resistência em suportar torques altos, pelo mesmo motivo o arrefecimento deve ser úmido. Já na caixa de câmbio, a tecnologia Powershift com duas marchas (frente e ré) possibilita uma maior amplitude de velocidades sem a necessidade do acionamento da embreagem para a troca de marchas, facilitando sua operação. No bloqueio diferencial será utilizado o bloqueio mecânico através de um pedal ou uma alavanca que obrigará as duas rodas a girar com o mesmo número de voltas. O redutor de velocidade com trem de engrenagens se mostra o mais adequado, já que ele possui uma alta produtividade, devido a sua potência, além de apresentar uma menor necessidade de manutenção.

TABELA 2. Matriz Morfológica do sistema de transmissão.

COMPONENTES	1	2	3	4
<b>Discos da embreagem</b>	1	2		
<b>Material da embreagem</b>	Orgânico	Ceramético	Sinterizado	
<b>Arrefecimento embreagem</b>	Úmida	A seco		
<b>Marchas</b>	2	4	6	
<b>Tipos caixa de câmbio</b>	Powershift Parcial	Powershift Total	Sincronizado	CVT
<b>Bloqueio diferencial</b>	Mecânico	Automático	Hidráulico	
<b>Redutor de velocidade</b>	Cônico	Trem de engrenagens	Parafuso sem fio	Planetários

**CONCLUSÕES:** Para correta seleção dos componentes do sistema de transmissão do trator, o método da matriz morfológica mostrou ser conveniente. É compreendido que o sistema de transmissão aqui divulgado contribuirá para uma maior economia durante a prática das atividades agrícolas. Dessa forma, sendo de fundamental importância para o barateamento do produto final, e assim, sua melhor aderência ao consumidor final. O sistema de transmissão poderá ainda ser alterado de acordo com análises técnicas posteriores, e assim, modificar seus componentes. Uma avaliação de custos se mostra necessária para se obter os custos determinados e ofertas e demandas dos equipamentos listados.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem a Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – Fundep Rota 2030/Linha V, processo: 27192.03.01/2020.13-00 pelo apoio financeiro oferecido.

## **REFERÊNCIAS:**

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

CARVALHO, R. F.; SARUGA, F. J. B. **Manual de Mecanização Agrícola. 1º Volume – Motores e Tratores**. Lisboa, 2007. Disponível em: <<https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/mecanizacao/livros/MECANIZACAO%20AGRICOLA%201%20VOLUME%20%20MOTORES%20E%20TRACTORES.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

DANDY, G. C.; WARNER, R. F. **Planning and Design of Engineering Systems** Unwin Hyman Ltd., London, 1989.

FILHO. A. G; LANÇAS, K. P.; LEITE F.; ACOSTA. J. J. B.; JESUINO, P. R. **Desempenho de trator agrícola em três superfícies de solo e quatro velocidades de deslocamento**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande; v.14,n.3,p. 333-339; 2010.

GUOLING, K.; ZAIMIN, Z.; ZHUOPING, Y. **A Method of Calibration of Clutch Torque Transfer Feature Based on AMT Launch Control**. International Workshop on Automobile, Power and Energy Engineering. 2010.

LUEDAHL J. B.; TURNQUIST P.K.; SMITH D.W.; HOKI; **Traction. In: Tractors and their Power Units**. Springer. Boston MA 1989. Acesso em: 15 junho 2021 Disponível em <[https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4684-6632-4\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4684-6632-4_10)>.

MACMILLAN, R. H. **The Mechanics of Tractor - Implement Performance: theory and worked examples**. Senior Academic Associate, Agricultural Engineering, International Development Technologies Centre, University of Melbourne, Melbourne, 2002. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11343/33718>>. Acesso em 06 jul. 2021.

NORTON, R. L. **Projeto de máquinas: uma abordagem integrada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

RENIUS K.T. **Tractor transmissions. In: Fundamentals of Tractor Design**. Springer, Cham. 2019. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-3-030-32804-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-32804-7_5) > Acesso em: 20 jun. 2021.

RIBAS, R. L. et al. **Transmissions present in agricultural tractors in Brazil**. Ciência Rural, v.40, n.10, p.2206-2209, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/SqCchqKpsRFHNFHtW8cGF4f/?lang=pt>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SENAR, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Tratores Agrícolas - Manutenção de tratores agrícolas**. Coleção SENAR - 130, 3ª Edição. Brasil, 2011. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/130-TRACTORES-AGR%3%8DCOLAS.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2021.