



25 a 28  
setembro  
2024  
Campus Central UEPG  
Ponta Grossa | PR

Explorando as Interseções das Inteligências  
Artificiais na Sociedade Atual

Realização:



Apoio:



COMTURPG  
CONSELHO NACIONAL DE EXTENSÃO EDUCACIONAL



## ANÁLISE DO CUSTO OPERACIONAL DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS

### ANALYSIS OF OPERATING COST OF AGRICULTURAL MACHINERY IN THE CAMPOS GERAIS REGION

ÁREA TEMÁTICA: FINANÇAS

Eduardo Antonio Jaworski Florão, (UEPG), Brasil, eduardo\_jaw@outlook.com

Gabriel Borsato Groff, (UEPG), Brasil, gabriel12borsato@gmail.com

Rudy de Barros Ahrens, (UEPG), Brasil, rdbahrens@uepg.br

#### Resumo

Este trabalho teve como objetivo analisar os custos aplicados a máquinas agrícolas com potências similares, a fim de explicitar a realidade econômica que o agricultor enfrenta ao adquirir um trator na categoria de potência entre 110 cv e 123 cv. A metodologia quanto a natureza se classificou como aplicada, quanto aos objetivos exploratório-descritivo e quanto a abordagem quantitativa, foram analisados dados coletados a partir de questionários aplicados à cinco empresas representantes de cinco montadoras de máquinas agrícolas, onde cada uma das representantes indicou um modelo de trator que se adequasse à potência sugerida para a pesquisa, após isso foram calculados os custos fixos e variáveis dos modelos com base nas informações de custo de máquinas agrícolas de Pacheco (2000). Como resultado obteve-se que dos modelos analisados, o modelo da John Deere (6115J) possui a maior relação de custos fixos e variáveis na faixa de potência escolhida, já o modelo com menor custo é o modelo da marca New Holland (7630). Assim, foi constatado que os custos fixos têm relação direta com o preço de aquisição do bem, já os custos variáveis não dependem somente do valor de aquisição, mas também é influenciado pela potência do trator.

**Palavras-chave:** Agronegócio; custo-benefício; mecanização; tecnologia

#### Abstract

This work aimed to analyze the costs applied to agricultural machines with similar powers, in order to explain the economic reality that the farmer faces when purchasing a tractor in the power category between 110 hp and 123 hp. The methodology in terms of nature was classified as applied, in terms of exploratory-descriptive objectives and in terms of quantitative approach, data collected from questionnaires applied to five companies representing five agricultural machinery manufacturers were analyzed, where each of the representatives indicated a model tractor that suited the power suggested for the research, after which the fixed and variable costs of the models were calculated based on information on the cost of agricultural machinery from Pacheco (2000). As a result, it was obtained that of the models analyzed, the John Deere model (6115J) has the highest ratio of fixed and variable costs in the chosen power range, while the model with the lowest cost is the New Holland brand model (7630). Thus, it was found that fixed costs are directly related to the acquisition price of the good, whereas variable costs do not only depend on the acquisition value, but are also influenced by the power of the tractor..

**Keywords:** Agribusiness; cost benefit; mechanization; technology

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura, um dos pilares fundamentais da economia global, tem passado por mudanças profundas nas últimas décadas, impulsionadas por avanços tecnológicos e inovações. Um desses avanços significativos diz respeito ao uso de máquinas agrícolas, que revolucionaram as operações no campo, tornando-as mais eficientes e produtivas. No entanto, a aquisição e a utilização dessas máquinas representam investimentos substanciais para os produtores rurais (Silva; Winck, 2019).

Nesse contexto, a avaliação do custo-benefício das máquinas agrícolas torna-se uma questão crítica para promover a eficiência operacional no setor agrícola. Os agricultores, cada vez mais, buscam maximizar a utilização dos recursos, reduzir desperdícios e otimizar os retornos financeiros. A seleção e a gestão adequadas de máquinas agrícolas desempenham um papel crucial na consecução desses objetivos (Jasper; Silva, 2013).

Este trabalho tem como objetivo analisar os custos aplicados a máquinas agrícolas com potências similares, a fim de explicitar a realidade econômica que o agricultor enfrenta ao adquirir um trator na categoria de potência entre 110 cv e 123 cv.

Ao examinar fatores como custos de aquisição, manutenção, consumo de combustível, depreciação e eficiência operacional, percebe-se *insights* valiosos para os produtores rurais e gestores agrícolas e estes elementos juntamente com o correto dimensionamento das máquinas para os produtores rurais pode significar a maximização dos lucros e o aproveitamento eficiente dos recursos disponíveis, por outro lado, a tomada incorreta de decisão quanto aos equipamentos pode significar gastos excessivos aos gestores das fazendas, diante disso, justifica-se a realização deste artigo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Agronegócio

O termo agronegócio deriva do inglês *agrobusiness*, que foi cunhado por John Herbert Davis e Ray Allan Goldberg, em 1957, e evidencia o fato de que a agricultura é também um negócio, com suas especificidades, e que, portanto, deve ser tratada e gerida como tal. A difusão desse conceito no Brasil, a partir da tradução do termo do inglês para o português, se deu a partir dos anos 1990 em função da internacionalização de grupos ligados ao *agrobusiness* nos Estados Unidos (Grynspan, 2012).

Atualmente, o termo designa o conjunto de atividades interligadas com a produção agropecuária (Kureski; Maia; Rodrigues, 2013). Desse modo, esse grande setor envolve uma cadeia, com elos interdependentes, que abrange atividades relativas aos seguintes setores: o setor primário, fornecedor de insumos básicos provenientes da agropecuária, da pesca e do extrativismo; o setor secundário ou industrial; e o setor terciário, relacionado ao comércio e aos serviços (Oliveira; Kureski; Santos, 2023).

No cenário brasileiro, o agronegócio destaca-se como a principal atividade econômica. De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Universidade de São Paulo (CEPEA), estima-se que, em 2023, o agronegócio brasileiro produzirá R\$ 2.625.891 milhões, o que representa 24,3% do Produto Interno Bruto (PIB). Além disso, de maneira geral, o PIB agro tem demonstrado crescimento anual e deve apresentar aumento de 13,2% em 2023, em comparação ao ano anterior (IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada).

Grande parte desse incremento se deve ao crescimento constante das exportações ao longo dos anos. Até o presente momento (out/2023), o agronegócio foi responsável por cerca de US\$ 113,0 bilhões de exportações, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil,

2023), fazendo do país um dos principais exportadores agrícolas no cenário global. Isso se deve, principalmente, ao fato de o país ser um dos principais produtores de *commodities* agrícolas, como soja, milho, café, açúcar, carne bovina e aves. Ademais, o Brasil apresenta vantagens naturais em relação a outros países, como vastas áreas de terras férteis, clima favorável e disponibilidade de recursos hídricos. Estas contribuem para a produção em larga escala e para a competitividade no mercado global (Quintam; Assunção, 2023).

A evolução do agronegócio também é resultado do aumento da produtividade das culturas agrícolas, uma vez que, de acordo com o CEPEA, a agricultura é o segmento responsável por mais de 50% do PIB agro. Como exemplo pode-se citar a cultura da soja, principal oleaginosa cultivada e exportada pelo Brasil, cuja produtividade passou de 2.380 Kg por ha<sup>-1</sup> em 2006 para 3.508 Kg por ha<sup>-1</sup> em 2023, resultando num salto de produção de 52 milhões toneladas para 155 milhões, respectivamente (CONAB, 2023; IBGE, 2023). De acordo com Rossoni (2018), o aumento da produtividade das culturas é resultado da modernização da agricultura e da adoção de práticas agrícolas modernas, entre as quais se destaca a introdução de tecnologias como máquinas agrícolas (Quintam; Assunção, 2023).

## 2.2 História e tecnologia no agronegócio

Após a Segunda Guerra Mundial, os avanços tecnológicos desenvolvidos nesse período permitiram o enfrentamento de doenças e a melhoria da saúde humana, o que propiciou intenso crescimento populacional. No entanto, essa situação agravou a situação da fome em nível mundial nesse período de intensos conflitos. Diante de tal situação, organizações estadunidenses, associadas ao Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture*, USDA) buscaram o desenvolvimento e a adaptação de tecnologias para o campo, com o intuito de aumentar a produção de alimentos (Silva; Santos, 2023).

Tal iniciativa deu início à Revolução Verde, período de disseminação de práticas agrícolas baseadas na adoção de intensa utilização de insumos químicos, mecânicos e biológicos (Procópio *et al.*, 2023). Esse processo é considerado o início da agricultura de alta produtividade, incluindo a aplicação de tecnologia no processo de produção agrícola, que culminou na modernização do primeiro setor (Nogueira *et al.*, 2023; Rossoni, 2018).

A inserção dessas práticas na agricultura ocorreu, principalmente, em países em desenvolvimento e de clima tropical, como o Brasil (Rossoni, 2018). A industrialização da agricultura brasileira já ocorria desde 1930, durante o governo Vargas. Contudo, a inserção efetiva dos pacotes tecnológicos se deu a partir do golpe de Estado e instauração da Ditadura Militar (1964-1985), época em que o país estava em meio a debates teóricos voltados para solucionar os problemas agrários brasileiros (Silva; Santos, 2023).

No entanto, o processo de modernização da agricultura no Brasil só foi possível mediante apoio governamental, que se deu por meio da criação de empresas rurais, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) (Silva; Santos, 2023). Além disso, o fornecimento de crédito subsidiado foi imprescindível para que os agricultores angariassem recursos financeiros para aderir às práticas modernas de agricultura (Rossoni, 2018), em especial à compra de maquinários (Nogueira *et al.*, 2023).

Assim, a mecanização agrícola se fez peça central na Revolução Verde, tanto no cenário brasileiro quanto no mundo. Afinal, a utilização de máquinas agrícolas permitiu a substituição de boa parte da mão-de-obra no campo, agilizando e tornando os processos de plantio, cultivo e colheita muito mais eficientes, suprimindo também a escassez de pessoal decorrente do êxodo rural durante a Revolução Industrial (Silva; Winck, 2019).

Neste contexto, é necessário salientar que a modernização das máquinas agrícolas por meio da adoção de tecnologia embarcada (GPS, sensores, sistemas de automação) introduziu uma nova era na agricultura, conhecida como agricultura 3.0 (1990-2010). Ademais, a fase atual da agricultura, denominada agricultura 4.0 (2010 - atualmente), também permeia a mecanização agrícola, visto que engloba um conjunto de tecnologias que buscam a otimização da produção e da gestão agrícola em diferentes estágios, aprimorando o controle, o monitoramento e a forma de trabalhar, por meio de softwares e de outros sistemas (EMBRAPA, 2018). Portanto, a mecanização agrícola foi e continua sendo um dos alicerces que permitem a evolução da agricultura.

### **2.3 Mecanização Agrícola**

A mecanização agrícola foi essencial para evolução da agricultura, pois permitiu o aumento da eficiência, desempenho, operacionalidade e ergonomia das atividades rurais (Antunes; Souza; Fernandes, 2023). Conforme descrito anteriormente, isso só foi possível com o auxílio governamental por meio de crédito subsidiado (Nogueira *et al.*, 2023), o que contribuiu para que o número de tratores nos estabelecimentos rurais no Brasil aumentasse de cerca de 75 mil unidades, em 1960, para mais de 1200 mil unidades, em 2017 (Silva; Winck, 2019).

No Brasil, o setor da mecanização agrícola encontra-se bem organizado sob a liderança da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (Abimaq) e da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), as quais têm como objetivo atender às demandas dos agricultores e contribuir para o desenvolvimento de parques industriais e máquinas que correspondam às exigências e às peculiaridades das diferentes regiões do país (Contini; Aragão; Navarro, 2022; Silva; Winck, 2019).

Ações como as realizadas pela Abimaq e pela Anfavea são essenciais, visto que, na agricultura brasileira, a mecanização agrícola representa um fator de grande importância para a competitividade em termos de custo, sendo a ampliação e a modernização da gestão dos sistemas mecanizados uma das estratégias para se reduzirem tais custos (Oliveira *et al.*, 2023; Pelloia; Milan, 2010).

### **2.4 Custos no Agronegócio**

Os custos de produção numa atividade agrícola representam a soma dos valores de todos os recursos (insumos e serviços) utilizados no processo produtivo, em determinado período, e que podem ser classificados em curto e longo prazo (Reis, 2007). Estes podem ser divididos em custos fixos e variáveis. Os custos fixos incluem aqueles que permanecem constantes dentro de determinada capacidade instalada, independentemente do volume de produção, e que não dependem do uso dos equipamentos, como por exemplo depreciação, juros, alojamento e seguro. Já os custos variáveis, ou operacionais, são aqueles que variam proporcionalmente ao volume produzido, aumentando à medida que aumenta a produção agrícola, e no caso de não haver quantidade produzida, eles são nulos, como combustíveis e lubrificantes, reparos e manutenção, salário do tratorista, entre outros (Crepaldi, 2016; Rabelo; Souza; Oliveira, 2017).

Entre os custos de produção, aqueles relacionados à mecanização representam grande parcela, uma vez que os sistemas mecanizados são utilizados em todas as etapas da produção agrícola, incluindo preparo do solo, implantação, condução e colheita das culturas comerciais (Ferreira *et al.*, 2023; Meier *et al.*, 2023). Tais custos podem atingir de 20 a 50% dos custos de produção (Ferreira *et al.*, 2023; Milan, 2013), de modo que a mecanização agrícola é considerada um dos mais importantes fatores internos de produção de uma propriedade, e chega a ser, na agricultura brasileira, o segundo fator de produção mais importante, inferior apenas à posse da terra (Milan, 2013).

Haja vista tal situação, Milan (2013) destaca que a mecanização pode ser considerada um ponto estratégico para se atuar na redução dos custos, contribuindo para o aumento da rentabilidade e para a viabilidade da atividade econômica (Antunes; Souza; Fernandes, 2023; Oliveira *et al.*, 2023). Para isso, o planejamento da adoção dos sistemas mecanizados, por meio do dimensionamento correto das máquinas agrícolas, é essencial.

O dimensionamento das máquinas agrícolas previne a utilização de máquinas de porte e número acima ou abaixo do recomendado, contribuindo para a redução dos custos fixos e variáveis. Isso porque, em situação em que se utilizam máquinas de porte e número acima do recomendado, verifica-se aumento do custo pela baixa utilização dos equipamentos. Já em situação inversa, a execução das operações mecanizadas é limitada pela capacidade do maquinário, o que pode causar a paralisação das atividades, resultando em prejuízos relacionados à qualidade e/ou quantidade de produto produzido, e, dessa forma, pode haver um aumento dos riscos de perdas (Artuzo *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2023).

### 3. METODOLOGIA

A metodologia quanto a natureza se classificou como aplicado, quanto aos objetivos exploratório-descritivo e quanto a abordagem quantitativa.

Foram analisados os custos operacionais de cinco modelos de tratores de potência semelhante, variando entre 110 e 123 cavalos.

Os dados foram coletados a partir de formulário aplicado entre os dias 29 de setembro de 2023 e 03 de outubro de 2023 a cinco empresas, nomeadamente Case IH, Landini, John Deere, Massey Ferguson e New Holland.

Cada empresa selecionou um modelo que se adequasse à faixa de potência especificada e apontou o modelo, a potência e o valor de novo deste bem.

Abaixo na Tabela 1 é possível verificar as características e modelos analisados, trata-se de modelos 4x2 com Tração Dianteira Auxiliar (TDA).

**Tabela 1** – Características e modelos analisados

| EMPRESA         | MODELO  | POTÊNCIA (CV) | VALOR (R\$) |
|-----------------|---------|---------------|-------------|
| Case IH         | 110A    | 123           | 400.000,00  |
| John Deere      | 6115J   | 115           | 512.000,00  |
| Landini         | 120     | 112           | 420.000,00  |
| Massey Ferguson | MF 6711 | 115           | 340.000,00  |
| New Holland     | T6-110  | 110           | 290.000,00  |

**Fonte:** Autores (2023)

Com estes dados coletados buscou-se o valor de consumo de combustível de cada bem para que pudesse ser realizado o cálculo do bem com base na metodologia de Pacheco (2000) onde aponta que os custos de máquinas agrícolas são divididos em custos fixos e custos variáveis.

#### 3.1 Custos Fixos

De acordo com Pacheco (2000), os custos fixos representam gastos que devem ser registrados independentemente da utilização da máquina ou do equipamento em questão. São denominados custos de propriedade, pois estão associados à simples posse e manutenção dos ativos, e não variam em função da quantidade de produção ou do uso efetivo desses recursos. Eles são essenciais para manter as operações da empresa e geralmente incluem despesas como aluguel, depreciação, seguro e manutenção, sendo indispensáveis para garantir o funcionamento

adequado da infraestrutura da organização, independentemente de sua utilização ativa. Esses custos não se alteram com a quantidade de horas utilizadas de uma máquina.

De acordo com Pacheco (2000), os custos fixos são calculados seguindo a fórmula:

$$CF = D + J + AS$$

Sendo:

D = Depreciação (R\$/h);

J= Juros (R\$/h);

AS= Alojamento e seguros(R\$/h).

### 3.1.1 Depreciação (D)

A depreciação de máquinas agrícolas é um conceito essencial na gestão de ativos em explorações rurais. Ela se refere à diminuição do valor de uma máquina ao longo do tempo, independentemente de seu uso efetivo. Quando uma máquina agrícola é subutilizada, sua depreciação ocorre predominantemente devido à obsolescência, à medida que tecnologias mais recentes tornam o equipamento gradualmente menos eficiente (Pacheco, 2000).

Por outro lado, quando a máquina é extensivamente empregada, a depreciação resulta principalmente do desgaste físico e operacional, refletindo o serviço prestado. A distinção fundamental entre essas duas situações está na capacidade da máquina em proporcionar um retorno financeiro por meio da produtividade gerada. Portanto, a compreensão da depreciação de máquinas agrícolas é crucial para planejar a substituição de ativos obsoletos, otimizar a produtividade e tomar decisões informadas sobre investimentos em tecnologia (Pacheco, 2000).

Para a realização do cálculo do custo de depreciação utiliza-se a fórmula:

$$D = P - S/V$$

Sendo:

D = Depreciação (R\$/h);

P = Custo de aquisição de máquina (R\$);

S = Valor de sucata – 0,1 x P (R\$); V = Vida útil (horas).

### 3.1.2 Juros (J)

Os fundos empregados na aquisição da máquina agrícola devem ser considerados como capital que, de maneira análoga ao que ocorreria se fosse investido em atividades comerciais, geraria juros. De maneira geral, estamos tratando de juros simples, que são calculados com base no montante médio do investimento (Pacheco, 2000).



Sendo:

J = Juros (R\$/h);

$P$  = Preço de aquisição (R\$);

$i$  = juros ao ano (decimal);

$t$  = tempo de uso ao ano (horas/ano).

### 3.1.3 Alojamento e seguros (AS)

Se a máquina for guardada em local coberto quando estiver inativa, sua vida útil certamente será prolongada, pois a facilidade de realizar reparos é consideravelmente maior (Pacheco, 2000). Para garantir a proteção dos tratores, é essencial que os reparos sejam efetuados em ambientes limpos e ventilados, com baixa concentração de poeira no ar, uma vez que a presença de poeira no óleo pode ser extremamente prejudicial para o equipamento.

É de grande importância adquirir um seguro para as máquinas, uma vez que são ferramentas de trabalho sujeitas a operações intensas em altas temperaturas e estão suscetíveis a furtos.



Sendo:

AS = alojamento mais seguro (R\$/h);

$P$  = Preço de aquisição;

$t$  = tempo de uso (horas/ano).

## 3.2 Custos Variáveis

Trata-se dos custos que variam conforme a produção. De acordo com Pacheco (2000), os custos variáveis são compostos por combustíveis ( $C$ ), reparos e manutenção ( $RM$ ) e salário do tratorista ( $ST$ ).

### 3.2.1 Combustível

Os combustíveis em máquinas agrícolas, como tratores, colheitadeiras, pulverizadores autopropelidos e equipamentos diversos servem para alimentar os motores dessas máquinas, permitindo que elas funcionem para executar tarefas de colheita, pulverização ou fornecer potência para implementos. Como indicado por Pacheco (2000), as informações de consumo de combustíveis nem sempre são fornecidas pelos fabricantes, portanto, o autor propõe o seguinte cálculo:

$$C = 0,25 \times Pot_{BT} \times PC$$

Sendo:

$C$  = combustíveis (R\$/h);

$Pot_{BT}$  = Potência disponível na barra de tração;

$PC$  = Preço do combustível (R\$).

Para definir a potência na barra de tração, utilizamos o “fator 0,86” de Wendel Bowers, que propõe que a potência máxima na barra de tração em solo firme utilizável em tratores 4x2-TDA é 58,8% da potência nominal do trator (Masiero, 2010).

De acordo com a base de dados publicada pela Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis (ANP, 2023), o preço médio do diesel no Paraná no período de 22/10/2023 a

28/10/2023 era de R\$5,97. Portanto, será considerado o valor aproximado de R\$6,00 para a definição dos custos de combustíveis.

### 3.2.2 Salário do tratorista (ST)

Os salários dos operadores, juntamente com outros benefícios e encargos sociais associados à mão de obra, precisam ser incluídos no cálculo do custo operacional das máquinas agrícolas.

$$S = 1,5 \times SM + 20\% ES$$

Sendo:

S = Salário mensal (R\$);

SM = Salário mínimo (R\$);

ES = Encargos sociais (R\$).



Sendo:

ST = Salário do tratorista (R\$/h).

O salário mínimo considerado será o disposto em lei, que compreende o valor de R\$1.320,00 (Brasil, 2023).

### 3.2.3 Reparos e manutenção (RM)

Entre as despesas de manutenção que precisam ser incluídas no cálculo do custo de operação de máquinas agrícolas, estão aquelas relacionadas à manutenção preventiva e corretiva. Na manutenção preventiva, os custos incluem a substituição regular de componentes, como filtros de ar, filtros de óleo lubrificante, filtros de combustível, correias de polias e outros itens. A relevância desse custo está relacionada ao trabalho pesado que esses equipamentos desempenham no ambiente rural.

Segundo Pacheco (2000), o gasto com manutenções corretivas tem uma característica marcante: a imprevisibilidade, que está relacionada a fatores como a habilidade do operador e a exposição constante a condições adversas de terreno, poeira, umidade, além das demandas operacionais rigorosas, o que torna essas máquinas suscetíveis ao desgaste e a avarias que demandam reparos frequentes.

De acordo com a literatura da Embrapa, o parâmetro para o cálculo dos reparos e das manutenções de tratores agrícolas é de cem por cento do valor total de aquisição da máquina. Portanto, esse será o cálculo aplicado para definir o custo horário de manutenção.

$$RM = (P / t)$$

Sendo:

RM = Reparos e manutenção (R\$/h);

P = Preço de aquisição (R\$);

t = tempo de uso (horas).



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 2, estão apresentados os resultados obtidos por meio da aplicação da metodologia de Pacheco (2000) mencionada na metodologia.

A análise baseia-se nos custos fixos e variáveis, tendo em vista o gasto por hora de trabalho.

**Tabela 2** – Custo horário dos custos diretos e variáveis (R\$/h)

| MARCA           | MODELO  | D     | J     | AS    | C      | ST    | RM    | TOTAL  |
|-----------------|---------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
| Case IH         | 110A    | 36,00 | 17,60 | 8,00  | 108,49 | 29,17 | 40,00 | 239,26 |
| John Deere      | 6115J   | 46,08 | 22,53 | 10,24 | 101,43 | 29,17 | 51,20 | 260,65 |
| Landini         | 120     | 37,80 | 18,48 | 8,40  | 98,78  | 29,17 | 42,00 | 234,64 |
| Massey Ferguson | MF 6711 | 30,60 | 14,96 | 6,80  | 101,43 | 29,17 | 34,00 | 216,96 |
| New Holland     | 7630    | 26,10 | 12,76 | 5,80  | 104,08 | 29,17 | 29,00 | 206,91 |

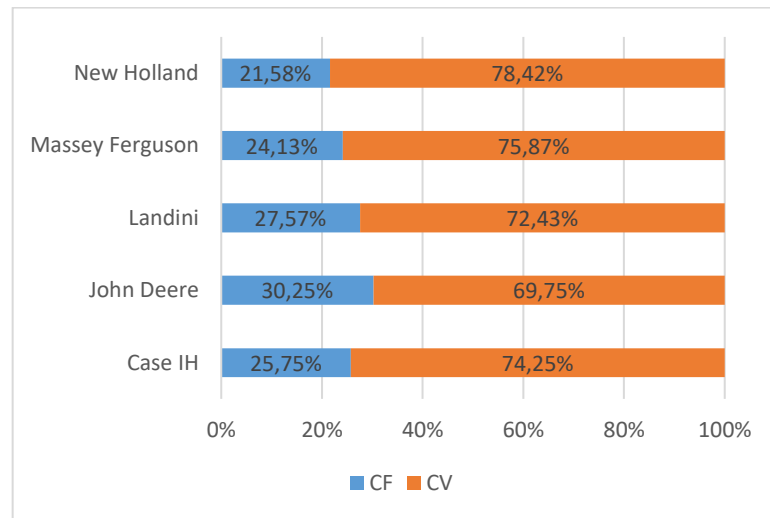
Fonte: Autores (2023)

Analisando os custos totais, é possível evidenciar a variação dos custos entre os modelos, especialmente entre o mais barato, o 7630, e o mais caro, o 6115J. Muito dessa variação se deve ao valor de aquisição (P) desses modelos, gasto esse que influencia nos custos fixos e de manutenção, causando a principal desigualdade.

É possível afirmar que a maior despesa é o combustível (C), que representa aproximadamente 50% dos custos totais de cada um dos modelos. Dessa forma, o fator potência ( $Pot_{BT}$ ) mostrou-se bastante relevante no cálculo.

Segundo Jasper e Silva (2013) tratores são a principal fonte de potência das propriedades rurais; logo, a escolha dos equipamentos deve ser precisa para que seja a menos custosa para o agricultor. Considerar modelos equivalentes permite evidenciar as particularidades que cada um deles apresenta, assim, mensurando quais são as características determinantes no momento da escolha de uma máquina. Os bens têm custos que não são inerentes ao uso; portanto, a partir do momento em que um trator é adquirido, esta passa a onerar seu proprietário (Oliveira *et al.*, 2023). Um desses valores é a depreciação (D), que se mostrou ser o item mais significativo dos custos fixos. É visível que o crescimento dessa onerosidade é diretamente proporcional ao crescimento do preço de aquisição (P); portanto, o modelo da John Deere, que é o trator com o valor de mercado mais elevado da análise, apresenta o maior valor de depreciação.

Com os dados do custo é possível verificar conforme Gráfico 1 abaixo a participação dos custos fixos e variáveis no total.

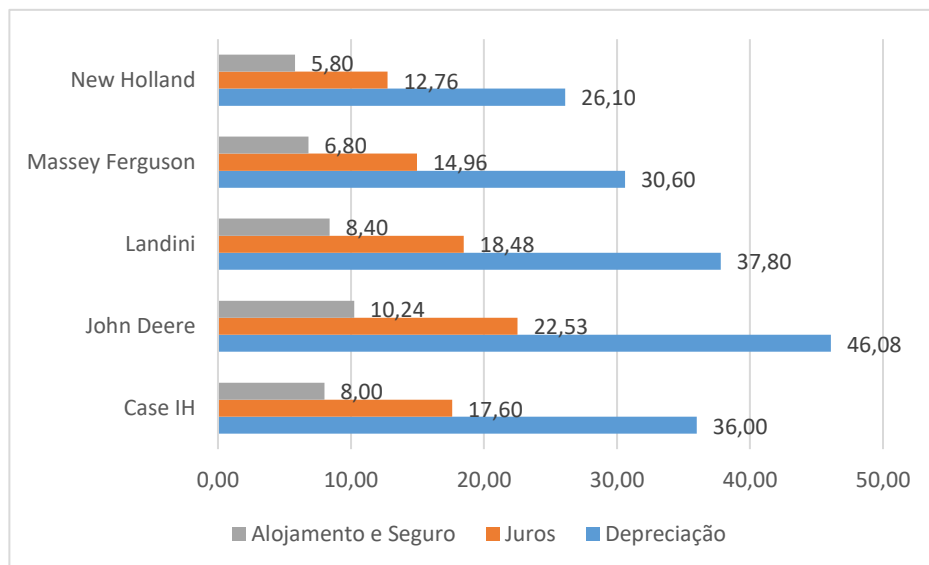
**Gráfico 1** – Participação dos custos fixos e variáveis no total (%)

Fonte: Autores (2023).

O gráfico 1 apresenta dados bastante interessantes sobre os custos dos modelos, demonstrando a participação dos custos fixos (em azul) e variáveis (em laranja) no total de custos de cada modelo. Sendo assim, uma das informações que evidenciamos foi que quanto maior o preço de aquisição (P) do trator, maiores serão os gastos com custos fixos. Conseqüentemente, modelos mais caros tendem a ser mais custosos, mesmo sem a direta utilização do bem.

Há uma diferença de mais de R\$220.000,00 entre o modelo mais caro e o modelo mais barato da categoria de tratores analisada, o que mostra que, na mesma categoria de potência, existem diversas opções de tecnologias, conforto e opcionais. Mesmo com essa ponderação, a estrutura de custos de cada um dos modelos está entre 21% e 31% de custos fixos e entre 69% e 79% de custos variáveis.

Ainda é possível verificar os custos fixos de todos os modelos, conforme Gráfico 2 abaixo.

**Gráfico 2** – Custos fixos de todos os modelos (R\$/h)

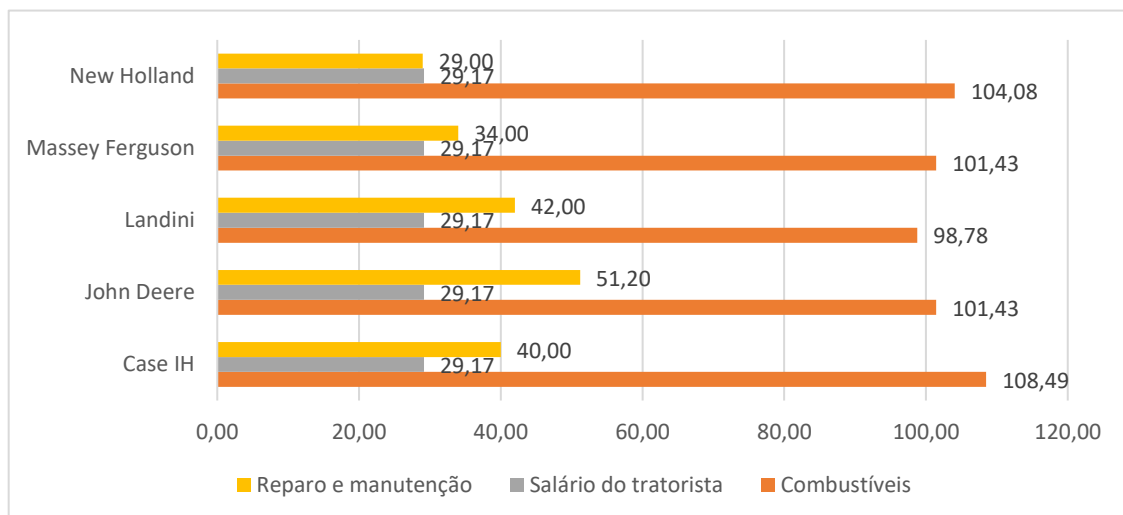
Fonte: Autores (2023).

No Gráfico 2 estão expostos os resultados de cada um dos modelos analisados. Os custos fixos, também denominados custos de propriedade, são norteados principalmente pelo custo de aquisição; portanto, tanto alojamento como seguro, juros e depreciação vão variar conforme o custo “P”. Portanto, políticas de incentivo governamentais e o cenário socioeconômico afetam diretamente o produtor rural, tendo impacto significativo na estrutura de custos do maquinário agrícola (Silva; Winck, 2019)

Tendo em vista essas informações, torna-se evidente a significativa relevância da seleção apropriada de máquinas agrícolas. A escolha do trator deve ser cuidadosamente ponderada, levando em consideração a tarefa a ser desempenhada, pois a aquisição já apresenta custos devido à propriedade do bem. Portanto, a compatibilidade entre a máquina e a demanda da atividade é essencial para otimizar o desempenho, minimizar custos e garantir que os recursos sejam alocados de forma eficiente na propriedade rural.

É possível verificar conforme Gráfico 3 abaixo os custos variáveis de todos os modelos

**Gráfico 3** – Custos variáveis de todos os modelos



Fonte: Autores (2023).

Entre os componentes dos custos variáveis que foram analisados, destaca-se o custo de reparo e manutenção como o segundo maior nessa análise. O custo “RM” engloba revisões programadas, manutenções preventivas e manutenções corretivas. Dois modelos apresentaram menores custos, o MF6711 e o 7630. Ambos apresentam valores mais baixos por serem tratores mais baratos e não terem cabine, o que reduz consideravelmente os custos. Além disso, esses modelos não contam com algumas instalações eletrônicas e tampouco dispõem de ar-condicionado. Já os demais modelos, que oferecem cabine, podem ser utilizados para tarefas diferentes e oferecem mais conforto ao operador.

Combustível, o maior custo apresentado pelos nossos cálculos, é inerente à potência de cada trator; assim, caso a exigência do produtor seja uma maior força de tração, os custos serão mais elevados. O modelo 120 da Landini é o menos potente entre os pesquisados, mas já é um modelo com cabine. É uma alternativa para produtores que buscam conforto e não necessitam de muita potência dentro da categoria. A cabine em tratores faz com que o operador tenha menor exposição direta aos ruídos excessivos, protegendo o funcionário de acidentes, irritação e perda da concentração (Rinaldi et al. 2007)

O Salário do tratorista (ST) manteve-se padrão para todos os modelos. A pesquisa não contempla o gasto com treinamentos, fator que deve ser levado em consideração, pois essa categoria de potência já oferece tratores com GPS, telemetria e outras particularidades que demandam um leque maior de habilidades e competências do operador.

## 5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar os custos operacionais de cinco modelos com marcas de tratores de potência semelhante, variando entre 110 e 123 cavalos. Este foi realizado calculando os custos a partir do valor de novo fornecido pelas empresas detentora da marca.

Dos modelos analisados, identificou-se que o modelo da John Deere (6115J) possui a maior relação de custos fixos e variáveis na faixa de potência escolhida. Já o modelo com menor custo é o modelo da marca New Holland (7630)

Os resultados desse estudo demonstraram uma relação clara entre o custo de aquisição das máquinas agrícolas e os gastos com custos fixos, assim como a influência direta da potência do trator no consumo de combustível. Assim, ressalta-se a importância de tomar decisões cuidadosas ao adquirir equipamentos agrícolas, pois tais escolhas podem ter um impacto significativo no orçamento e na eficiência operacional da propriedade. A seleção de máquinas agrícolas adequadas não se trata, portanto, apenas de um investimento, mas de uma estratégia para manter, a longo prazo, a competitividade no mercado.

Desta forma, percebe-se que a importância de tomar decisões cuidadosas ao adquirir equipamentos agrícolas é de grande valia, pois as escolhas podem ter um impacto significativo no orçamento e na eficiência operacional, a seleção de máquinas agrícolas adequadas não se trata apenas de um investimento, mas sim de uma estratégia para manter a competitividade no mercado a longo prazo.

## Referências

Antunes, R. B., de Souza, L. H., & Fernandes, V. L. (2023). Custo e rendimento operacional de equipamentos agrícolas utilizados na produção de pastagem. *Ambiência, Engenharia e Sustentabilidade em Diferentes Espaços e Direções*, v. 1, n. 1.

ANP. Associação Nacional de Petróleo (2023). *Levantamento de Preços de Combustíveis (últimas semanas pesquisadas)*. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-r/assuntos/precos-edefesa-da-concorrenca/precos/levantamento-de-precos-de-combustiveis-ultimassemanas-pesquisadas> . Acesso em: 07 nov. 2023.

Artuzo, FD, Jandrey, WF, Casarin, F., & Machado, JAD (2015). Decision making from the economic feasibility analysis: a case study in the sizing of agricultural machinery. *Custos e Agronegócio*, v. 11, n. 3.

BRASIL. (2023) Lei nº. 14.663, de 28 de agosto de 2023. Define o valor do salário mínimo a partir de 1º de maio de 2023; estabelece a política de valorização permanente do salário mínimo a vigorar a partir de 1º de janeiro de 2024; e altera os valores da tabela mensal do Imposto sobre a Renda da Pessoa Física de que trata o art. 1º da Lei nº 11.482, de 31 de maio de 2007, e os valores de dedução previstos no art. 4º da Lei nº 9.250, de 26 de dezembro de 1995. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 28 de agosto de 2023. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20232026/2023/lei/L14663.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20232026/2023/lei/L14663.htm). Acesso em: 25 out. 2023.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). *Série histórica das safras: soja*. (2023). Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-dassafras/itemlist/category/911-soja>. Acesso em: 29 out. 2023.

Contini, E; Aragão, A.A.; Navarro, Z (2022). *Trajetória do Agro*. In: Plataforma Visão de futuro do Agronegócio 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/79759920/Trajeto%C3%B3ria+do+Agro.pdf/3be929da-b29d-8749-1cbf-ae4c45bc4308>. Acesso em: 10 out. 2023

Crepaldi, S. A. (2016) Operacionalização contábil na empresa rural. In: Crepaldi, S. A. *Contabilidade Rural: uma abordagem decisória*. 8. ed. Barueri: Atlas. cap. 5, p. 101-124.

Ferreira, F., Vitorassi, V., Possamai, A. C., Araújo, F. C., Dipple, F., & Seben-Júnior, G. (2023). Desempenho e custo operacional na semeadura da soja em propriedade agrícola no município de São José do Rio Claro – MT. *Agrarian Academy*, Jandaia (GO), v. 10, n. 19.

Grynszpan, M. (2012). Origens e conexões norte-americanas do agribusiness no Brasil. *Revista Pós Ciências Sociais*, São Luís, v. 9, n. 17, p. 123-148, jun.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2023). *Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA*. 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588#resultado> Acesso em: 29 out. 2023.

Jasper, S. P., & Silva, P. R. A. (2013). Estudo comparativo do custo operacional horário da mecanização agrícola utilizando duas metodologias para o estado de São Paulo. *Nucleus*, Ituverava, v. 10, n. 2, p. 119-126, out.

Kureski, R., Maia, K., & Rodrigues, R. L. (2013). O produto interno bruto do agronegócio paranaense. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 9, n. 3.

Masiero, F. C. (2010) *Determinação do rendimento na barra de tração de tratores agrícolas com tração dianteira auxiliar (4x2 Tda)*. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu.

Meier, F. R., Altíssimo, J. C., Ziegler, W., & Muller, V. (2023). Avaliação do dimensionamento de máquinas de uma propriedade rural com atividade de grãos. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 6996–7003, fev.

Milan, M. (2016). Desempenho operacional e econômico de sistemas mecanizados agrícolas. *Revista ESALQ/USP*, v 13.

Nogueira, A. C. M., Amaral, A. M. S., Andrade, J. M. S., Avelar, J. S., & Góes, B. C. (2023). Impacto do crédito rural no desenvolvimento da agricultura brasileira. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 16, n. 3.

Oliveira, D. A.S., Anísio Albuquerque, G. C., Gonçalves Ribeiro, V., Figueiredo Neto, A., & Vieira de Oliveira, F. J. (2023). Análise de custos operacionais de máquinas e implementos agrícolas na produção de manga (*Mangifera indica*). *Revista Foco*, v. 16, n. 7, jul.

Oliveira, J. A., Kureski, R., & dos Santos, M. A. (2023). *dos. Evolução do PIB do Agronegócio Paranaense, 2012 a 2017: uma aplicação da matriz insumo-produto regional*. *International Journal of Professional Business Review*, v. 8, n. 7, p. 1-24, 20 jul.

Pacheco, E. P. (2000). *Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas*. Rio Branco: Embrapa Acre, 21 p.

Peloia, P. R., & Milan, M. (2010) Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola. *Engenharia Agrícola*, v. 30, p. 681–691, ago.

Procópio, D. P., Cominetti, C. D. S. S., Guimarães, I. L. R., & Feuser, N. S. A. (2023). Modernização Agropecuária no Estado de Mato Grosso do Sul. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 16, n. 3.

Quintam, C. P. R., & de Assunção, G. M. (2023). Panorama do agronegócio exportador brasileiro. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, v. 4, n. 7.

Rabelo, C. G., Souza, L. H., & Oliveira, F. G. (2017). Análise dos custos de produção de silagem de milho: estudo de caso. *Caderno de Ciências Agrárias*, v. 9, n. 2, p. 8-15, ago.

Reis, R. P. (2007). *Fundamentos de economia aplicada*. Lavras: UFLA/FAEPE.

Rinaldi, P.C.N.; Fernandes, H.C.; Silveira, J.C.M.; Magno Junior, R.G.; Minetti, L.J. (2008) Características de segurança e níveis de ruído em tratores agrícolas. *Revista Engenharia na Agricultura*, v.16, n.2.

Rossoni, R. A. (2019). A modernização da agricultura do Paraná. *Revista da ANPEGE*, v. 14, n. 25, p. 71-102, ago.

Silva, A. O., & dos Santos, F. (2023). A modernização da agricultura e seus impactos no campo: uma análise sobre a disseminação dos agrotóxicos em Alagoas (2012-2021). *UÁQUIRI - Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre*, v. 5, n. 1.

Silva, B. A., & Winck, C. A. (2019). Evolução da quantidade de máquinas e implementos agrícolas nas propriedades rurais brasileiras (1960-2017). *Revista Visão: Gestão Organizacional*, Caçador (SC), v. 8, n. 1.