

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

**CUSTOS E RENDIMENTO OPERACIONAL DE UM CONJUNTO  
TRATOR/IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS PARA A PRODUÇÃO DE  
PASTAGEM NO NORTE DE MINAS GERAIS (ESTUDO DE CASO)**

---

RAFAEL BATISTA ANTUNES

Rafael Batista Antunes

**CUSTOS E RENDIMENTO OPERACIONAL DE UM CONJUNTO  
TRATOR/IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS PARA A PRODUÇÃO DE  
PASTAGEM NO NORTE DE MINAS GERAIS (ESTUDO DE CASO)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Souza

Montes Claros

2020

Rafael Batista Antunes. CUSTOS E RENDIMENTO OPERACIONAL DE UM CONJUNTO TRATOR/IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS PARA A PRODUÇÃO DE PASTAGEM NO NORTE DE MINAS GERAIS (ESTUDO DE CASO).

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irene Menegali - ICA/UFMG

Prof. Dr. Rodolpho César dos Reis Tinini - ICA/UFMG

Victor Lucas Fernandes - Engenheiro Mecânico



---

Prof. Dr. Luiz Henrique Souza - Orientador ICA/UFMG

Montes Claros, 28 de outubro de 2020.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus e a minha família, por sempre estarem ao meu lado me dando forças ao longo dessa jornada.

Quero agradecer imensamente ao Professor Orientador Luiz Henrique Souza, pelos ensinamentos, por todo empenho, dedicação e paciência durante anos e também no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores e as amizades construídas durante esse período de graduação na UFMG.

A Universidade Federal de Minas Gerais e ao Instituto de Ciências Agrárias, e aos professores da Engenharia Agrícola e Ambiental.

Aos Coordenadores do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental do Instituto de Ciências Agrárias.

Ao meu pai Geraldo, minha mãe Rosanilsa e aos meus irmãos Adriano e Junior, por todo amor, paciência e pelo incentivo, sem vocês nada disso seria possível.

Por fim, agradecer toadas as pessoas que colaboraram na minha formação.

*“Que todos os nossos esforços estejam sempre focados no desafio à impossibilidade. Todas as grandes conquistas humanas vieram daquilo que parecia impossível!”*

(Charles Chaplin).

## RESUMO

A produção de pastagem no norte de Minas Gerais é vista como uma ação eficiente na criação de bovinos. O desenvolvimento no setor agrícola está diretamente atrelado à mecanização e às tecnologias empregadas no campo, permitindo extrair ao máximo o potencial produtivo na área cultivada, de forma sustentável e respeitando o meio. A mecanização agrícola está em constante evolução, buscando facilitar o dia a dia do produtor, proporcionando maior rentabilidade na atividade exercida como o menor custo possível. O objetivo com essa pesquisa foi avaliar o custo operacional em R\$/h e R\$/ha de máquinas e implementos agrícolas utilizados na produção de pastagem, por intermédio dos custos Fixos e Variáveis e o rendimento operacional em ha/h). O presente trabalho foi realizado no município de Varzelândia, cidade localizada no norte de Minas Gerais em uma área de 200 ha cultivada com o capim brachiaria utilizada para alimentação de bovinos. Foi realizado um levantamento de custos dos equipamentos estudados, em lojas ou empresas especializadas, tanto quanto junto à produtores que alugam equipamentos, no ramo de máquinas e implementos agrícolas. Posteriormente foram realizados testes no trator (tracionado os equipamentos) com o objetivo de verificar na área trabalhada, o consumo médio de combustível em L/ha. Foram utilizados um Trator Massey Ferguson modelo 283/61kw-(83 cv); Grade aradora 14 discos (Tatu modelo TR de 1.119 kg); Semeadora cônica a lança 600 L (Nogueira modelo soft 600); Roçadora hidráulica 2 facas (Baldan modelo RP de 460 kg); Grade Niveladora de 32 discos (Baldan modelo NV de 840 kg); Pulverizador tipo canhão de 400 L (Jacto modelo Canhão 400 L). Os custos operacionais foram baseados na determinação dos custos fixos e variáveis. Já o rendimento operacional foi obtido a partir dos dados de capacidade de campo efetiva. Os maiores custos fixos e variáveis foram conseguidos com o trator, seguido pela grade aradora e pelo pulverizador tipo canhão, sendo a semeadora o implemento de menor custo R\$/h. Considerando os custos totais de R\$138,61/h, este valor se encontra abaixo daquele cobrado para aluguel na região que é de R\$ 150,00/h. A semeadora a lança e o pulverizador tipo canhão obtiveram os maiores valores de capacidade de campo efetiva. A semeadora demonstrou ser o equipamento mais viável economicamente. Os custos operacionais (R\$/ha) apresentaram os maiores valores respectivamente para a grade aradora, seguida pela roçadora e pela grade niveladora. Os custos operacionais totais foram de R\$54,08/ha.

**Palavras-chave:** Avaliação Econômica. Mecanização. Brachiaria.

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

<b>Figura 1</b> - Trator agrícola tracionando roçadora.....	17
<b>Figura 2</b> - Trator agrícola tracionando grade aradora.....	18
<b>Figura 3</b> - Trator agrícola com semeadora a lança acoplada.....	18
<b>Figura 4</b> - Pastagem concluída.....	19
<b>Figura 5</b> - Bovinos no pasto.....	19

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Fator de multiplicação para o cálculo de gastos com reparos e manutenção.....	23
<b>Tabela 2</b> - Eficiência em campo de máquinas agrícolas.....	24
<b>Tabela 3</b> - Informações gerais sobre máquinas e implementos.....	25
<b>Tabela 4</b> - Custo do combustível e da taxa de juros.....	26
<b>Tabela 5</b> - Custos fixos.....	26
<b>Tabela 6</b> - Custos variáveis .....	27
<b>Tabela 7</b> - Custo total do conjunto Trator – Implementos.....	28
<b>Tabela 8</b> - Custos operacional do conjunto Trator-Implementos.....	28

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	-	Abrigo
CCE	-	Capacidade de campo efetiva
CF	-	Custo fixo
CV	-	Custo variável
cv	-	Cavalo vapor
CO	-	Consumo de combustível
D	-	Depreciação
E	-	Espaçamento
Ef	-	Eficiência de campo
Gr	-	Gastos com reparo
H	-	Horas de uso anual
i	-	Taxa de juros anual
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
J	-	Juros
L	-	Litros
NL	-	Número de linhas
PIB	-	Produto interno bruto
P	-	Potência
RM	-	Reparos e manutenções
S	-	Valor de sucata
SM	-	Salário mínimo
S%	-	Seguro
Sop	-	Salário do operador
t	-	Tempo
TDA	-	Tração dianteira auxiliar
UFMG	-	Universidade Federal de Minas Gerais
v	-	Velocidade
Pc	-	Preço do combustível
Vu	-	Vida útil
Pa	-	Preço da aquisição de um bem

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
2.1 Desenvolvimento Agrícola.....	13
2.2 Trator Agrícola.....	14
2.3 Produção de Pastagem.....	14
2.4 Custos e Rendimento Operacional.....	14
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1 Caracterização da Área de Estudo.....	16
3.2 Coleta de Dados.....	16
3.2.1 Análise Econômica .....	20
3.2.1.1 Custos Fixos.....	20
Depreciação.....	20
Juros.....	20
Abrigo.....	21
Seguro.....	21
3.2.1.2 Custos Variáveis.....	22
Custo com Combustível.....	22
Reparos e Manutenções.....	22
Salário do Operador.....	23
3.2.3 Capacidade Efetiva de Campo.....	23
3.2.4 Custo Total Operacional.....	24
3.2.4.1 Custo Operacional por Conjunto.....	24
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
4.1 Custo Fixos.....	26
4.2 Custo Variáveis .....	27
4.3 Custo Total do Conjunto Trator – Implementos.....	28
4.4 Custo Operacional por Conjunto.....	28

<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O impulsionamento da mecanização nas práticas agrícolas demonstra cada vez mais uma alta nos investimentos em maquinários com mais tecnologia, eficiência e “performance” afim de suprir as necessidades exigidas na agricultura (OLIVEIRA, 2000).

Em uma propriedade agrícola é necessário considerar como atividade fundamental a produção e a otimização das operações ali realizadas tendo em vista a efetividade na atividade e nos lucros gerados, uma vez que se deve destinar recursos produtivos de modo a minorar os custos (MOCHÓN; TROSTER, 1994).

Rezende (2003) enfatiza que o produtor rural deve conhecer e ter domínio da atividade realizada na propriedade, podendo assim gerenciar as fases da cadeia produtiva objetivando a máxima produção com o menor custo possível, pois é estimado que 20% ou mais do valor da cultura é gasto com máquinas, conforme o sistema produtivo aplicado.

Para obtenção da efetividade em sistemas mecanizados, se faz necessário o conhecimento de alguns tópicos tais como, economia, escolha adequada dos equipamentos, domínio operacional, vida útil, precedido do aval técnico na área em questão (OLIVEIRA, 2000).

Decorrente do alto número de possibilidades a se considerar, a seleção de máquinas agrícolas, torna-se uma questão hermética, contudo o esclarecimento das propostas e sua finalidade proporcionam uma saída congruente para a resolução do problema, buscando a escolha adequada do maquinário agrícola para cada tipo de situação que lhe for apresentado (PACHECO, 2000).

Portanto, o conhecimento e o domínio dos custos operacionais na propriedade, são de total importância, levando em conta o aspecto econômico relacionado à utilização do maquinário que se faz necessário para o preparo e manutenção de áreas agricultáveis envolvendo equipamentos necessários para produção de pastagem (OLIVEIRA, 2000).

Neste contexto, com o presente trabalho tem como objetivo avaliar o custo operacional de máquinas e implementos agrícolas utilizados na produção de pastagem, por intermédio dos custos fixos e variáveis e o rendimento operacional em ha/h).

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Desenvolvimento Agrícola**

A agricultura é uma das atividades mais antigas realizada pela humanidade existindo desde o princípio das civilizações, quando esta deixa de ser nômade e passa a ser desenvolvida cada vez mais até os tempos atuais. O ponto de partida para as grandes inovações na agricultura teve início a partir do século XVIII impulsionado pela Revolução Industrial. Já a introdução da mecanização nas práticas agrícolas teve seu início em um período denominado Revolução Agrícola. A implantação de máquinas e tecnologias no campo proporcionou um avanço das técnicas de trabalho e da capacidade produtiva, expandindo as áreas cultivadas e melhorando significativamente seu aproveitamento (PENA, 2016).

O desenvolvimento no setor agrícola está diretamente atrelado à mecanização e às tecnologias empregadas no campo, permitindo extrair ao máximo o potencial produtivo na área cultivada, de forma sustentável e respeitando o meio. Considerando os avanços agrícolas é possível constatar uma crescente evolução, sobre tudo das máquinas agrícolas, destacando a eficiência, performance, operacionalidade e ergonomia (VEIGA; GONTIJO; MASIERO, 2014).

O processo de expansão agrícola no Brasil teve início no Sul do país atingindo posteriormente áreas do cerrado. O Brasil é reconhecido como um dos maiores produtores agrícolas do mundo. Isto pode ser considerado devido à aptidão agrícola e ao desenvolvimento da mecanização junto às inovações tecnológicas com a chegada e o aprimoramento de novas técnicas, e ao extenso território nacional no qual se faz presente diferentes tipos de biomas e condições (GASQUES; BOTELHO; BASTOS, 2015).

A atividade com maior índice de execução proveniente da mecanização agrícola tem sido o preparo de solo, já que, para alcançar o resultado pretendido é necessário passar por etapas de preparação até o cultivo da cultura de interesse (SILVA, 2000).

Dentre os fatores que mais aumentam os custos na agricultura moderna está à despesa com combustível, o que leva cada vez mais, pesquisadores trabalharem no desenvolvimento de novas técnicas e sistemas operacionais mais eficientes, visando a redução de custos e obtendo-se a máxima capacidade operacional (BURT; BAILEY; MEIRING, 1983).

O uso de novas técnicas até a criação e o aprimoramento de novas tecnologias, o que requer aplicação coerente visando atingir maior rentabilidade na atividade exercida com o menor custo (MERCANTE *et al.*, 2010).

## **2.2. Tratores Agrícolas**

Existem no mercado muitos modelos de tratores dos mais diversos preços de acordo com a sua finalidade. No momento da aquisição algumas variáveis são tidas como fator determinante para a sua seleção. A escolha do melhor modelo pode basear-se no conforto operacional e capacidade de realizar manobras, na simplicidade das manutenções, na potência gerada e também no custo. O conhecimento técnico é de suma importância na seleção do trator, visto que a eficiência energética poderia ser um fator decisivo na compra, o que neste caso exige maior entendimento do assunto (SIERRA *et al.*, 2006).

O trator agrícola consome por volta de 30% do valor da hora trabalha em gasto com combustível, o que corresponde a maior parte do custo total de uma hora de trabalho de máquina (MATTOS; HERMANN; CAPELLI, 1981).

## **2.3. Produção de Pastagem**

As pastagens são a principal fonte de alimentação do rebanho bovino nacional, tendo em vista que de acordo com estimativas, o Brasil aumentou sua área de pastagem em 2018 cerca de 5% correspondente a 350,2 milhões de hectares, esse acréscimo foi proporcional a um território de 16,5 milhões de hectares (BRASIL, 2018).

Muitas atividades agrícolas, envolvidas nas pastagens, eram realizadas manualmente e também com a ajuda de animais. No presente momento é possível fazer o uso das máquinas para diversas finalidades, tais como, pulverização, adubação e preparo de solo em geral. O conjunto trator – implementos é fundamental na formação de pastagem, tornando possível a ampliação da área de cultivo (SALVADOR *et al.*, 2008).

## **2.4. Custos e Rendimento Operacional**

Para obtenção da efetividade em sistemas mecanizados, se faz necessário o conhecimento de alguns tópicos tais como, economia, escolha adequada dos equipamentos, domínio operacional, vida útil, precedido do aval técnico na área em questão (OLIVEIRA, 2000).

Custo operacional é a correlação entre a capacidade de trabalhado de um equipamento ou conjunto com seu custo horário, sendo importante na seleção de equipamentos para realizar determinadas operações e também na aquisição ou aluguel do equipamento (MILAN, 2004).

O desempenho operacional dos equipamentos agrícolas é obtido a partir de um

conjunto de informações, às quais são determinadas sob as operações realizadas em determinadas condições de trabalho. Essas condições estão relacionadas como o tipo terreno onde será realizada a operação, a dinâmica, a velocidade de trabalho e a potência exercida. No caso dos tratores e implementos agrícolas, as características operacionais são feitas por meio da capacidade efetiva de campo, onde é estimado o tempo e área trabalhada (FESSEL, 2003).

O gerenciamento dos equipamentos agrícolas é muito importante, já que este visa otimizar a produção mecanizada no campo. O monitoramento do desempenho dos equipamentos agrícolas junto aos custos operacionais são elementos indispensáveis para o seu uso coerente e racional, buscando maior eficiência na operação (HUNT, 1995).

Decorrente do alto número de possibilidades a se considerar, a seleção de máquinas agrícolas, torna-se uma questão hermética, contudo o esclarecimento das propostas e sua finalidade proporcionam uma saída congruente para a resolução do problema, buscando a escolha adequada do maquinário agrícola para cada tipo de situação que lhe for apresentado (PACHECO, 2000).

Portanto, o conhecimento e o domínio dos custos operacionais na propriedade, são de total importância, levando em conta o aspecto econômico relacionado à aquisição do maquinário que se faz necessário para o preparo e manutenção de áreas agricultáveis envolvendo equipamentos mínimos para produção de pastagem.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Caracterização da Área de Estudo**

O presente trabalho foi realizado no município de Varzelândia, cidade localizada na região norte de Minas Gerais, tendo sua economia voltada para a produção agrícola familiar e criação de bovinos de corte.

O município tem a altitude média de 761 m, latitude: -15.7002, longitude: -44.0301, com 814,99 km<sup>2</sup>.

Em 2018 o município possuía em cabeças: 19,167 bovinos, o gado é destinado ao corte e a produção de leite (BRASIL, 2018).

A área é cultivada com a variedade capim brachiaria utilizada para alimentação de bovinos, alcançando uma área total de 200 hectares.

#### **3.2. Coleta de Dados**

Foi realizada uma visita à propriedade, com intuito de entender a realidade do produtor e o seu maquinário.

A partir destes dados, foi feito um estudo dos preços destes equipamentos em lojas especializadas no ramo de máquinas e implementos agrícolas e empresas ou produtores que efetuam o aluguel de tais equipamentos.

Posteriormente foram realizados testes do consumo de combustível com trator (tracionando os equipamentos) com o objetivo de identificar o consumo médio de combustível na área trabalhada em L/ha.

Os equipamentos utilizados no trabalho foram:

- Trator da marca Massey Ferguson modelo 283 de 61 kW (83 cv);
- Grade aradora 14 discos da marca Tatu modelo TR de 1.119 kg;
- Semeadora cônica a lança 600 L da marca Nogueira modelo soft 600;
- Roçadora hidráulica 2 facas da marca Baldan modelo RP de 460 kg;
- Grade Niveladora de 32 discos da marca Baldan modelo NV de 840 kg;
- Pulverizador tipo canhão de 400 L da marca Jacto modelo Canhão 400 L.

Nas figuras 1, 2 e 3, podemos observar o trator tracionando a roçadora, a grade e a semeadora a lanço utilizados no experimento.

Figura 1: Trator agrícola tracionando roçadora.



Fonte: Do autor,2020.

Figura 2: Trator agrícola tracionando grade aradora.



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 3: Trator agrícola com semeadora a lanço acoplada.



Fonte: Do autor, 2020.

A área cultivada com o capim brachiaria pode ser observada nas figuras 4 e 5.

Figura 4: Pastagem concluída.



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 5: Bovinos no pasto.



Fonte: Do autor, 2020.

### 3.2.1. Análise Econômica

A análise econômica foi baseada na determinação dos custos operacionais em R\$/h e R\$/ha, tomando como base a avaliação dos custos fixos e variáveis obtidos pela utilização dos equipamentos utilizados na propriedade (BALASTREIRE,1990).

#### 3.2.1.1. Custos Fixos

Foram verificados os custos fixos levando em consideração os valores calculados para depreciação, juros, seguro e abrigo (BALASTREIRE,1990).

##### • Depreciação

Na avaliação da depreciação foi aplicado o método de linha reta, de acordo com Balastreire (1990) e Oliveira (2000), demonstrado pela equação 1.

$$D = (Pa - S) / Vu \quad (1)$$

Onde:

D = Depreciação do equipamento, R\$/h;

Pa = Preço de aquisição de um equipamento, R\$;

S = Valor de sucata do equipamento, R\$;

Vu = Vida útil do equipamento, h.

O valor de sucata é um coeficiente estimado no momento da venda, para tal foi adotado para o trator o valor de 20%, para a grade aradora 10%, para a semeadora a lança 20%, para o pulverizador 5%, para a roçadora 20% e para a grade niveladora 10% levando em conta os critérios da região.

##### • Juros

O cálculo de juros foi realizado através do preço de aquisição do bem, em relação à taxa de juros anual, conforme Silva (2009). Equação 2.

$$J = (((Pa + S)/2)*i)/H \quad (2)$$

Onde:

J = Juros, R\$/h;

Pa = Preço de aquisição do equipamento, R\$;

i = Taxa de juros anual, decimal;

H = Horas de uso anuais; h/ano;

S = Valor de sucata do equipamento, R\$.

#### ● Abrigo

A fim de conservar os equipamentos até o prazo estimado da sua vida útil sem maiores gastos, se faz necessário a aquisição do abrigo. De acordo com Balastreire (1990), determina-se os custos referentes ao abrigo considerando-se o valor de 1% do valor total do bem conforme demonstrado na equação 3.

$$A = (Pa * 0,01) / H \quad (3)$$

Onde:

A = Gasto horário com abrigo, em R\$/h;

Pa = Preço de aquisição do equipamento, R\$.

#### ● Seguro

Embora não seja uma prática muito adotada no Brasil, a adição da seguradora deve ser calculada. De acordo com Balastreire (1990), determina-se também, os custos referentes ao Seguro considerando-se o valor de 1% do valor total do bem conforme demonstrado na equação 4.

$$S = (Pa * 0,01) / H \quad (4)$$

Onde:

S = Custo horário com seguro, em R\$/h;

Pa = Preço de aquisição do equipamento, R\$.

### 3.2.1.2. Custos Variáveis

Foi verificado o custo variável levando em conta o custo de combustível, reparos e manutenção e remuneração do operador. De acordo com Balastreire (1990), conforme os itens seguintes.

#### ● Custo com Combustível

A avaliação do custo de combustível foi realizada primeiramente obtendo-se o consumo de combustível (L/h). Em cada operação, foi abastecido o tanque com o trator até o limite máximo e trabalhado durante determinado tempo. Ao terminar aquela operação o tanque foi novamente abastecido até a mesma marca e o volume gasto para preencher o tanque foi considerado como o consumo.

Considerando o valor do combustível comprado, foi obtido o custo operacional em (R\$/h) multiplicando-se o valor do litro (R\$/L) pelo consumo de combustível (L/h), adaptado de Balastreire (1990).

#### ● Reparos e Manutenções

O custo com reparos e manutenções foi estimado através de um fator multiplicador que corresponde ao gasto total, de reparos e manutenção durante toda a vida útil do equipamento. De acordo com Balastreire (1990), conforme a equação 5.

$$RM = (Gr \times Pa)/Vu \quad (5)$$

Onde:

RM = Valores de reparos e manutenções, R\$/h;

Gr = Fator de multiplicação, adimensional;

Pa = Valor do equipamento, R\$;

Vu = Vida útil do bem, h/ano.

Na Tabela 1 podemos observar o fator de multiplicação para o cálculo de gastos com reparos e manutenção conforme Pacheco (2000).

**Tabela 1:** Fator de multiplicação para o cálculo de gastos com reparos e manutenção

<b>Implementos</b>	<b>Fator de multiplicação para gasto total com reparos e manutenção</b>
Trator 4x2 TDA 61 kW (83cv)	1,0
Grade aradora hidráulica	0,8
Semeadora a lança 600 L	0,8
Pulverizador canhão 400 L	0,8
Roçadora duas facas	0,7
Grade niveladora	0,8

Adaptado de Pacheco (2000).

### • Salário do Operador

Para o cálculo de custo monetário por operador, foi tomada a razão entre o salário base, e encargos trabalhistas, dividido por 220 (h), Adaptado de Pacheco (2000), de acordo com a equação 6.

$$\text{Sop} = ((1,5 * \text{SM}) * 1,2) / 220 \quad (6)$$

Onde:

Sop = Salário do operador, R\$/h;

SM = Salário mínimo, R\$/mês.

### 3.2.3. Capacidade de Campo Efetiva

A capacidade de campo efetiva torna-se necessária para a avaliação do custo operacional, pois ela permite determinar o tempo gasto em hectare e assim obtermos o valor em R\$/ha. A capacidade efetiva foi avaliada conforme Balastreire (1990) na equação 7.

$$\text{CCE} = (\text{L} \times \text{v}) / 10 \times \text{EC} \quad (7)$$

Onde:

CCE = capacidade de campo efetiva, ha/h;

L = Largura de trabalho, m;

EC = Eficiência, adimensional;

v = Velocidade, km/h.

A eficiência de cada operação foi estimada conforme Tabela 2.

**Tabela 2:** Eficiência de campo das máquinas agrícolas

<b>Implemento</b>	<b>v (km/h)</b>	<b>Ef</b>
Grade aradora hidráulica	6	0,75
Semeadora a lanço 600 L	10	0,75
Pulverizador canhão 600 L	7	0,70
Roçadora duas facas	6	0,70
<u>Grade niveladora</u>	8	<u>0,80</u>

Valores estipulados pela Norma ASAE D497.4 MAR99.

### **3.2.4. Custo Total Operacional (CTo)**

Para a determinação dos custos operacionais foram adotados dois tipos de custos, o custo operacional em horas (R\$/h) e o custo operacional por área (R\$/ha). Adotou-se como custos a somatória de todos os custos fixos e variáveis, conforme Balastreire (1990).

#### **3.2.4.1. Custo Operacional por Conjunto**

O custo operacional por hectare foi estimado conforme Balastreire (1990), através da equação 8.

$$\text{COA} = \text{CT}/\text{CCE} \quad (8)$$

Onde:

COA = Custo operacional por área, R\$/ha;

CT = Custo total, R\$/h;

CCE = Capacidade de campo efetiva, ha/h.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

São listados na Tabela 3, todos os implementos, bem como o preço, suas especificações técnicas e características de operação.

**Tabela 3:** Informações gerais sobre máquinas e implementos

NOME	PREÇO (R\$)	L (m)	V (km/h)	VU (h)	Ef (%)	S (R\$)
Trator 4x2 TDA 61 kW (83cv)	127.200,00	NA	NA	10000	NA	25.440,00
Grade aradora hidráulica	22.500,00	1,7	6,0	2250	0,75	2.250,00
Semeadora a lanço 600 L	3.400,00	15,0	10,0	1500	0,75	680,00
Pulverizador canhão 400 L	14.200,00	20,0	7,0	2000	0,70	710,00
Roçadora duas facas	12.100,00	1,7	6,0	2500	0,70	2.420,00
Grade niveladora	12.800,00	2,7	8,0	2500	0,80	1.280,00

E – Espaçamento; L – Largura de trabalho; v– Velocidade de trabalho; VU = Vida útil; EC – Eficiência de campo; S – Valor de Sucata.

**Fonte:** Do autor, 2020.

Pode-se observar por intermédio da Tabela 3 que o trator é o equipamento que demandou maior preço de aquisição, seguido pela grade aradora hidráulica. O equipamento com menor preço de aquisição é a semeadora a lanço. Os maiores valores dos equipamentos irão impactar diretamente no custo operacional.

O pulverizador tipo canhão e a semeadora a lanço obtiveram os maiores valores de largura de trabalho, isto irá aumentar a capacidade efetiva de trabalho podendo diminuir o custo de operação (R\$/ha).

Em relação à vida útil, o trator é o equipamento que possui maior valor, este item pode ser responsável por diminuir os custos operacionais. Em relação à eficiência houve pouca variação entre os valores.

A Tabela 4 apresenta os valores do preço do combustível e dos juros praticados, no mercado.

**Tabela 4:** Custo do combustível e da taxa de juros.

Preço do Diesel (R\$)	3,899
Juros (% a.a)	5,4

**Fonte:** Do autor, 2020.

A variação dos custos com combustível sofre influência da apreciação ou depreciação do dólar na precificação do petróleo, é importante ressaltar a participação dos impostos sobre combustíveis que variam de acordo com a legislação de cada estado brasileiro e também os custos logísticos e infraestrutura dos principais modais de transporte no país. No período em que o estudo foi realizado, US\$1,00 dólar corresponde a R\$5,75 reais (Fregnani *et al.*, 2008).

#### 4.1. Custos Fixos

Levando em conta os valores adotados, foram realizados os cálculos dos custos fixos, sendo eles a depreciação, os juros, o custo de abrigo e seguro, como pode ser visto na Tabela 5.

**Tabela 5:** Custos fixos

NOME	D (R\$/h)	J (R\$/h)	A (R\$/h)	S (R\$/h)	Total (R\$/h)
Trator 4x2 TDA 61 kW (83cv)	10,18	4,12	1,27	1,27	<b>16,84</b>
Grade aradora hidráulica	9,00	4,45	1,50	1,50	<b>16,45</b>
Semeadora a lanço 600 L	1,81	0,73	0,23	0,23	<b>3,00</b>
Pulverizador canhão 400 L	6,75	1,61	0,57	0,57	<b>9,50</b>
Roçadora duas facas	3,83	1,56	0,48	0,48	<b>6,35</b>
Grade niveladora	4,61	1,50	0,51	0,51	<b>7,13</b>
<b>Custo Fixo Total (R\$/h)</b>					<b>59,27</b>

D – Depreciação; J – Juros; A – Abrigo; S – Seguro.

**Fonte:** Do autor, 2020.

O trator, seguido pela grade aradora e pulverizador tipo canhão, foram os equipamentos que obtiveram maior valor de depreciação. Estes maiores valores se devem ao maior preço de aquisição destes equipamentos no mercado.

Os maiores gastos com juros foram alcançados com o trator e a grade aradora também devido ao maior preço de aquisição.

Para o trator e a grade aradora, os gastos com abrigo e seguro também foram maiores.

Os maiores custos fixos totais foram conseguidos com o trator, seguido pela grade aradora, pelo pulverizador tipo canhão, grade niveladora, roçadora, e pela semeadora a lanço.

Os gastos totais foram de R\$59,27/h.

#### 4.2. Custos Variáveis

É possível observar na Tabela 6 os custos variáveis referentes aos bens propostos.

**Tabela 6:** Custos variáveis

<b>NOME</b>	<b>CO (R\$/h)</b>	<b>RM (R\$/h)</b>	<b>Sop (R\$/h)</b>	<b>Total (R\$/h)</b>
Trator 4x2 TDA 61 W (83cv)	35,09	12,72	8,55	<b>56,36</b>
Grade aradora hidráulica	0,00	8,00	0,00	<b>8,00</b>
Semeadora a lanço 600 L	0,00	1,81	0,00	<b>1,81</b>
Pulverizador canhão 400 L	0,00	5,68	0,00	<b>5,68</b>
Roçadora duas facas	0,00	3,39	0,00	<b>3,39</b>
Grade niveladora	0,00	4,10	0,00	<b>4,10</b>
<b>Custo Variável Total (R\$/H)</b>				<b>79,34</b>

CO – Consumo de combustível; RM – Reparos e manutenções; Sop – Salário do operador.

**Fonte:** Do autor, 2020.

Devido ao fato de que o trator é o único equipamento motriz, este é o único que apresenta os dados de consumo de combustível e salário do operador.

Pose-se observar que trator obteve maior valor de reparo e manutenção, seguido também pela grade aradora, pulverizador tipo canhão, grade niveladora, roçadora e semeadora. Assim os maiores custos variáveis foram obtidos pelo trator, seguido pela grade aradora, seguido pelo pulverizador canhão, seguido pela grade niveladora, seguido pela roçadora, seguido pela semeadora a lanço totalizando R\$79,34/h.

### 4.3. Custo Total do Conjunto Trator – Implementos

Na Tabela 7 é possível observar os custos (Totais) em R\$/h durante todo o experimento.

**Tabela 7:** Custo total do conjunto trator – implementos

NOME	CF (R\$/h)	CV (R\$/h)	Total (R\$/h)
Trator 4x2 TDA 61 kW (83cv)	16,84	56,36	73,20
Grade aradora hidráulica	16,45	8,00	24,45
Semeadora a lança 600 L	3,00	1,81	4,81
Pulverizador canhão 400 L	9,50	5,68	15,18
Roçadora duas facas	6,35	3,39	9,74
Grade niveladora	7,13	4,10	11,23
<b>Total (R\$/h)</b>			<b>138,61</b>

CF – Custos fixos; CV – Custos variáveis.

**Fonte:** Do autor, 2020.

Os custos totais (R\$/h) apresentam o trator como maior valor dentre todos os equipamentos. O maior valor de aquisição deste equipamento, aliado ao gasto com combustíveis e salário do operador foi o responsável por este maior valor.

Em seguida são apresentados os maiores valores da grade aradora, seguida pelo pulverizador tipo canhão, pela grade niveladora, pela roçadora e por último pela semeadora a lança. Os custos totais foram de R\$138,61/h.

### 4.4. Custo Operacional por Conjunto

Na Tabela 8 é possível observar os custos operacionais em R\$/ha.

**Tabela 8:** Custo operacional do conjunto trator – implementos

NOME	Custo Total (R\$/h)	CCE (ha/h)	COA (R\$/ha)
Trator 4x2 TDA 61 kW (83cv)	73,20	-	-
Grade aradora hidráulica	24,45	0,76	31,96
Semeadora a lança 600 L	4,81	11,25	0,43
Pulverizador canhão 400 L	15,18	9,80	1,55
Roçadora duas facas	9,74	0,71	13,64
Grade niveladora	11,23	1,73	6,50
<b>Total (R\$/h)</b>	<b>138,61</b>	<b>24,26</b>	<b>54,08</b>

CCE - Capacidade efetiva de campo; COA – Custo operacional.

**Fonte:** Do autor, 2020.

Considerando os custos totais de R\$138,61/h, este valor se encontra abaixo daquele

cobrado para aluguel na região que é de R\$ 150,00/h.

É possível observar que a semeadora a lança e o pulverizador tipo canhão obtiveram os maiores valores de capacidade de campo efetiva, respectivamente, isso se deu devido à maior largura e velocidade de trabalho destes implementos. Em relação aos custos operacionais por hectare, a grade aradora, seguida pela roçadora, obtiveram os maiores valores. Embora a roçadora apresente menor custo (R\$/h) do que a grade niveladora e o pulverizador tipo canhão, esta apresenta menor capacidade de campo do que os demais, aumentando desta forma o custo operacional deste equipamento (R\$/ha).

Os maiores custos totais em (R\$/h) foram obtidos respectivamente pelo trator, seguido pela grade aradora, pelo pulverizador tipo canhão, pela grade niveladora, pela roçadora, e pela semeadora a lança, totalizando R\$138,61/h.

Os custos operacionais Totais (R\$/ha) apresentaram os maiores valores respectivamente para a grade aradora, seguida pela roçadora, seguida pela grade niveladora, seguida pelo pulverizador tipo canhão e pela semeadora a lança, totalizando R\$54,08/ha.

## **5. CONCLUSÃO**

Os maiores custos fixos e variáveis foram observados pelo trator, na sequência, pela grade aradora e pelo pulverizador tipo canhão, sendo a semeadora o implemento de menor custo R\$/h, os custos totais foram de R\$138,61/h.

A semeadora a lança e o pulverizador tipo canhão apresentaram os maiores valores de capacidade de campo efetiva, a semeadora foi mais viável economicamente.

Os custos operacionais (R\$/ha) apresentaram os maiores valores respectivamente para a grade aradora, seguida pela roçadora e pela grade niveladora. Os custos operacionais totais foram de R\$54,08/ha.

## REFERÊNCIAS

ASAE (**American Society of Agricultural Engineers**). 1999. ASAE D497.4 MAR99: Agricultural Machinery Management Data. In: ASAE Standards 2000: Standards, Engineering Practices, and Data. St. Joseph. 350-357.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990.

BURT, E. C.; BAILEY, P. W. L.; MEIRING, P. **Ballast and inflation effects on tire tractive**. Transactions ASAE, Saint Joseph, v. 26, n. 5, p. 1352-1354, 1983.

FESSEL, V. A. G. **Qualidade, desempenho operacional e custo de plantios, manual e mecanizado, de Eucalyptus grandis, implantados com cultivo mínimo do solo**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

Fregnani, J. A., Ferreira, N. S., Griebeler M. C. e Oliveira, A. V. M. (2008) **Análise de Custos Logísticos no Transporte Aéreo Regional**. NECTAR/ITA, São José dos Campos, Brasil.

GASQUES, J. G.; BOTELHO, F.; e BASTOS, E. T. **Preço de terras e sua valorização**. Brasília: Mapa/AGE, versão preliminar, 2015, 8p.

HUNT, D.R. **Farm power and machinery management**. 9.ed. Ames: Iowa University Press, 1995. 365 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Distribuição trimestral de leite. 2018..

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Varzelândia Minas Gerais. 2018..

MATTOS, P. C.; HERMANN, P. R.; CAPELLI, N. L. **Estudo comparativo de desempenho do trator agrícola empregando óleo diesel e mistura de etanol/óleo de mamona como combustíveis**. In: CONBEA, 11., 1981, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF, 1981. p. 1083-1085.

MERCANTE, E.; SOUZA, E.D.; JOHANN, J.A.; GABRIEL FILHO, A.; URIBE-OPAZO, M. Praprag - **software para planejamento racional de máquinas agrícolas**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.30, n.2, p.322-333, 2010.

MILAN, M. **Gestão sistêmica e planejamento de máquinas agrícolas**. 2004. 100 f. Tese (Livre-Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MOCHÓN, F., TROSTER, R.L. **Introdução à Economia**. São Paulo: Makron Books, 1994. 391p.

OLIVEIRA, MARLI DIAS MASCARENHAS. **Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: avaliação de uma frota / MARLI DIAS MASCARENHAS OLIVEIRA**. - - Piracicaba, 2000. 150 p.

PACHECO, E.P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 58).

PENA, R.F.A. **Evolução da agricultura e suas técnicas; Brasil Escola**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/evolucao-agricultura-suas-tecnicas.htm>>. Acesso em 20 de setembro de 2020.

REZENDE, G. C. **Estado, macroeconomia e agricultura no Brasil**. Porto Alegre: UFRGS/IPEA, 2003. 246p.

SALVADOR, N. et al. **Demanda energética em diferentes sistemas de preparo periódico do solo antes e depois da subsolagem**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 378-383, 2008.

SIERRA, J. G; ORTIZ-CANÁVATE, J.; GIL-QUIRÓS, V.; CASANOVA, J. **Energy efficiency in agricultural tractors. A methodology for their classification**. In: CIGR World Congress, 16, 2006, Bonn. Resumos... Bonn: CIGR, 2006a. p.111-112.

SILVA, G. F. **Análise de custos operacionais e eficiência gerencial para conjuntos trator implemento em operações agrícolas**. Estágio profissionalizante. Piracicaba. ESALQ. 2009. 31p.

SILVA, S.L. **Avaliação de semeadoras para plantio direto: demanda energética, distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes em diferentes velocidades de deslocamento**. 2000. 123 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

VEIGA, R. K., GONTIJO, L.A., MASIERO, F.C. **Análise ergonômica cognitiva: influência dos estereótipos populares na interação com os comandos de tratores WTO: World Trade Organizativo**. Disponível em: < <https://www.wto.org/>>. Acessado em 20 de setembro de 2020.