

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**ANÁLISE ECONÔMICA DA OPERAÇÃO DE PREPARO
DE SOLO PARA A CULTURA DO ARROZ USANDO
DOIS CONJUNTOS TRATOR-GRADE**

RICARDO BASSANI

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2021**

**ANÁLISE ECONÔMICA DA OPERAÇÃO DE PREPARO DE SOLO
PARA A CULTURA DO ARROZ USANDO DOIS CONJUNTOS
TRATOR-GRADE**

Ricardo Bassani

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Marcio Alves De Souza

Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal da Grande
Dourados, como parte das exigências para conclusão
do curso de Engenharia Agrícola.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B317a Bassani, Ricardo

ANÁLISE ECONÔMICA DA OPERAÇÃO DE PREPARO DE SOLO PARA A CULTURA DO ARROZ USANDO DOIS CONJUNTOS TRATOR-GRADE [recurso eletrônico] / Ricardo Bassani. -- 2021.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Cristiano Márcio Alves de Souza.

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2021.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. máquina agrícola. 2. custos horários. 3. rendimento de campo.. I. Souza, Cristiano Márcio Alves De. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

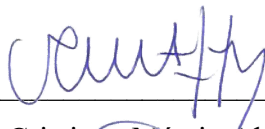
**ANÁLISE ECONÔMICA DA OPERAÇÃO DE PREPARO DE SOLO
PARA A CULTURA DO ARROZ USANDO DOIS CONJUNTOS
TRATOR-GRADE**

Por

Ricardo Bassani

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÍCOLA

Aprovado em: 30 de novembro de 2021.



Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Roberto Carlos Orlando
Membro da banca – UFGD/FCA



Prof. Dr. Sálvio Napoleão Soares Arcoverde
Membro da banca – UFGD/FCA

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho, primeiramente, a Deus; aos meus pais (Almir e Neiva), minha irmã (Fernanda), a minha namorada (Letícia); a todas as pessoas e amigos que me acompanharam neste período me dando todo apoio e suporte para conclusão de mais esta etapa em minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda sabedoria, discernimento, proteção e força em todos os momentos;

Aos meus pais, que sempre me apoiaram, incondicionalmente, e acreditaram em mim e a estrutura disponibilizada para estudos de campo;

À Universidade Federal da Grande Dourados e sua estrutura;

Ao orientador Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza, por compartilhar, comigo, seu conhecimento e orientações, por sua disponibilidade e apoio;

Às Professoras Dra. Maria Dalva de Barros Carvalho e Me. Daniela Correa pelas orientações e auxílio nesta etapa de conclusão de curso;

A cada um dos professores responsáveis por minha formação, destes recebi todo o apoio e conhecimento necessário para concluir essa grande etapa da minha vida.

BASSANI, Ricardo. **Análise econômica da operação de preparo de solo para a cultura do arroz usando dois conjuntos trator-grade**. 2021. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

RESUMO

Com a intensificação da mecanização agrícola e a constante evolução de máquinas e tecnologias, que demandam altos investimentos, o presente estudo traz uma análise da relação entre o custo operacional e rendimento de campo, considerando a comparação de custos por unidade de área, visando a redução dos investimentos totais e, conseqüentemente, o melhor custo-benefício do uso do maquinário. Para tanto, foram utilizados no estudo dois conjuntos mecânicos agrícolas de diferentes tamanhos, formados por tratores de 210 cv e 80 cv, realizando a operação de gradagem, no preparo convencional na incorporação de matéria orgânica, corretivos e fertilizantes. Com base em dados tabelados, comerciais e agrônômicos coletados em campo foram discutidos apontamentos relevantes referentes à capacidade de campo e custos horários práticos. Ao comparar os dois conjuntos observa-se que o conjunto de menor potência apresenta custos horários 2,8 vezes menor, mas o conjunto de maior potência traz uma economia de 8% na relação custo por unidade por área.

Palavras-Chave: máquina agrícola, custos horários, rendimento de campo.

BASSANI, Ricardo. **Economic analysis of the soil tillage operation for rice crop using two tractor-harrow sets**. 2021. 23p. Undergraduate Course Completion Monograph (Bachelor of Agricultural Engineering) – Department of Agricultural Sciences, Federal University of Grande Dourados, Dourados-MS, Brazil.

ABSTRACT

With the intensification of agricultural mechanization and the constant evolution of machines and technologies, which demand high investments, the present study brings the analysis of the relationship between operational cost and field capacity, considering the comparison of costs per unit of area and yield, aiming at the reduction of total investments and, consequently, the best cost-benefit for the farmer. To this end, two agricultural mechanical sets of different sizes, formed by 210 hp and 80 hp 4x2 AFT tractors, were used in the study, performing the harrowing operation in conventional tillage to incorporate organic matter, soil correctives and fertilizers. The field's tabled, commercial and agronomic data revealed relevant notes regarding field capacity and hourly costs. When comparing the two sets, the set of lower power presents hourly costs 2.8 times lower, but the set of higher power brings a save of 8% in the cost per unit of area.

Keywords: agricultural machine, hourly costs, field yield.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1 Local de desenvolvimento	7
3.2 Montagem do experimento	7
3.3 Equipamentos.....	8
3.4 Determinação da capacidade de campo	10
3.4.1 Capacidade de campo efetiva (CcE).....	10
3.4.2 Capacidade de campo operacional (CcO).....	10
3.4.3 Rendimento de campo (Rc)	11
3.5 Custos operacionais	11
3.5.1 Custos Fixos.....	11
a) Depreciação	11
b) Juros sobre capital investido	12
c) Alojamento	12
d) Seguro	12
3.5.2 Custos variáveis	12
a) Manutenção e reparo	12
b) Consumo de combustível	13
c) Lubrificação.....	13
d) Mão de obra.....	13
3.6 Análise de dados	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
5 CONCLUSÃO.....	20
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1 INTRODUÇÃO

A intensificação da mecanização, na agricultura, vem exigindo novos investimentos em máquinas com maior potência e tecnologia incorporada, para atenderem às diversas demandas das atividades agrícolas (SILVA, 2010).

De acordo com Arcoverde (2011), a agricultura apresenta riscos diversos em produção e, visando isso, busca-se o menor custo possível, mas, por conta dos curtos períodos para as operações, necessita-se de capacidade de campo elevada.

Para Hunt (1995), o gerenciamento de máquinas agrícolas tem, por objetivo, a otimização dos estágios mecanizados da produção, como referência, coloca-se: seleção, operação, manutenção e reposição. O acompanhamento do desempenho das máquinas agrícolas e custos operacionais são fatores de grande importância para a sua correta escolha.

Milan (2004) representa os custos por hora de um conjunto mecânico relacionado a sua capacidade de trabalho. Os dados referentes aos custos operacionais têm sua importância para a tomada de decisão na aquisição do equipamento, mas também na compra ou aluguel para realizar as operações. Um ponto muito importante desta análise é a leitura sobre a manutenção dos equipamentos, que visa mantê-lo em funcionamento, aumentando, assim, a sua vida útil.

A cultura do arroz irrigado tem, como característica, a grande demanda de água durante seu ciclo, em especial, utilizando das técnicas de arroz irrigado por inundação. As operações de correção de micro relevo do solo são uma atividade rotineira, a qual favorece o manejo da água e o controle de ervas daninhas. Os custos de produção, na lavoura de arroz, apresentam, a cada período, uma elevação considerável, justamente pelo elevado custo com combustível, o qual se faz necessário para movimentação da frota para realizar as operações, desde o processo de preparo do solo ao manejo e colheita do arroz (RAMÃO et al., 2018).

No preparo do solo para a semeadura, o uso da grade objetiva, também, a adaptação da área de plantação ao trabalho das máquinas de semeio e cultivo. Todavia, é necessário ponderar seus efeitos negativos, como a pulverização do solo que o deixa susceptível ao arraste pela enxurrada ou a destruição de sua estrutura, prejudicando sua fertilidade (SILVEIRA, 2001).

Para o preparo do solo, o método mais tradicional é executado com o uso de arados e grades leves, médias ou pesadas. As grades leves têm até 50 kg, as médias de 50 a 130 kg e as pesadas possuem mais de 130 kg de massa sobre cada disco (CRUZ et al., 2011).

O uso da grade leve é comum no sistema convencional, que tem, como base, o preparo do solo com revolvimento das camadas superficiais, objetivando incorporar matéria orgânica,

corretivos, fertilizantes e aumentar os espaços porosos (BRAUNACK et al., 1989). Também o revolvimento do solo promove o controle de plantas daninhas e o controle de pragas e patógenos presente no solo (GADANHA JUNIOR et al., 1991).

Do ponto de vista empresarial rural, à medida que o número, o tamanho e a complexidade das máquinas aumentam, tornam-se mais importantes estudos comparativos entre potência e os custos operacionais.

O presente trabalho tem por objetivo comparar dois conjuntos mecânicos agrícolas, realizando análises econômicas da operação de preparo do solo para a cultura do arroz com dois tratores de diferente porte, para avaliar a eficiência de campo e os custos operacionais durante a operação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O agronegócio, no Brasil, surgiu quando houve a formação das cidades, em que a agricultura era vista como forma econômica e política. No início, o produtor rural criava seus animais e plantava suas mudas com a finalidade de consumo próprio e, logo depois, houve o início da comercialização desses produtos, fazendo com que a economia e a política da cidade e do país se movessem. Portanto, o Brasil se tornou um dos maiores produtores agrícolas do mundo, devido à sua terra fértil e clima favorável (BIZZO, 2009).

No cenário atual, mesmo com a redução da população rural, por consequência da industrialização, a agricultura continua tendo um papel fundamental no desenvolvimento do Brasil (CREPALDI, 2016). O país é um dos maiores produtores de grãos do mundo e, cabe ressaltar, que o setor agrícola é um dos responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento de várias regiões (ANDRADE, 2015).

Conforme Marion (1996) a “agricultura é definida como a arte de cultivar a terra”. Deste modo, a agricultura é a atividade de exploração da terra para a obtenção de produtos que satisfaçam às necessidades humanas (CREPALDI, 2016). Portanto, o agricultor cultiva o solo, utilizando-se de métodos, a fim de obter produtos agrícolas.

A agricultura é um dos setores da economia que têm uma significativa participação no mercado, a qual evoluiu da monocultura para a grande diversificação da produção encontrada nos dias de hoje (SANTO, 2001).

Ainda conforme Santo (2001), a agricultura brasileira é uma das maiores exportadoras de cereais, grãos e frutas, seu início aconteceu com a produção de cana-de-açúcar e, posteriormente, de café.

Com isso, a agricultura vem crescendo consideravelmente, atingindo números altos e tendo grande participação no Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Os números crescem, significativamente, e são reflexo do trabalho e dos melhores preços pagos internacionalmente pelos produtos da agricultura brasileira. O setor agrícola tem produzido a maior parte do Produto Nacional Bruto (PNB) e, por meio dele, é gerada uma grande parte das oportunidades de emprego, além de constituir a principal fonte de divisas a partir da exportação (CANAL RURAL, 2021).

No entanto, o custo da produção agrícola é alto, pois, para obter produção aceitável pelo mercado, é necessária a utilização de sementes de qualidade, adubação e defensivos agrícolas, os quais têm preços elevados. Também é necessária a utilização de máquinas, o que

melhora as práticas agrícolas, mas torna necessário um grande desembolso para sua aquisição, conservação e utilização (CREPALDI, 2016).

Estudos feitos na Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), juntamente com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, da Universidade de São Paulo (Cepea/USP), revelam que a média de economia do setor rural cresce mais rápido que a média da economia brasileira. Esse fator pode ser confirmado com base em estudos econômicos realizados pela balança comercial brasileira que registrou superávit de US\$ 2 bilhões em outubro deste ano (Figura 1)

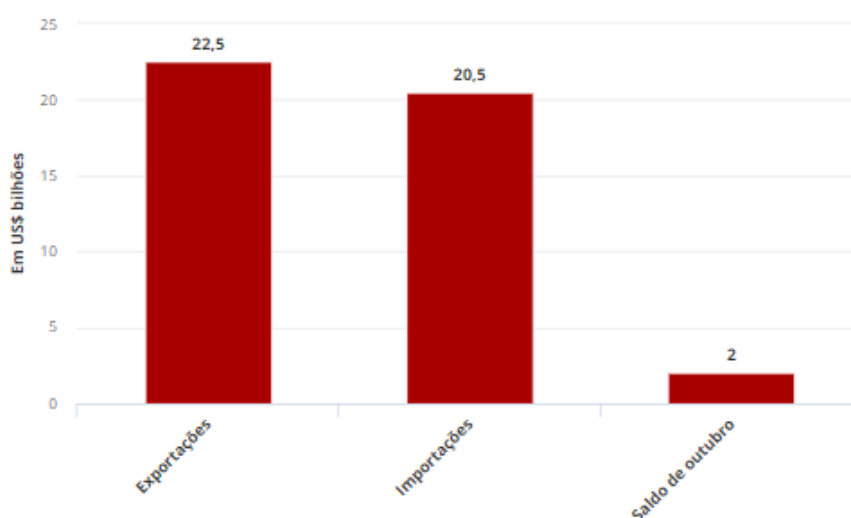


Figura 1. Balança comercial brasileira.

Fonte: Ministério da Economia (2021).

A evolução da mecanização agrícola deu um grande impulso na produção de grãos em todos os países. Assim, adotar técnicas de mecanização agrícola significa modernidade e eficiência compatíveis com a produtividade agropecuária (TEIXEIRA, 2018).

De acordo com a Sociedade Sul-brasileira de Arroz Irrigado, o arroz é a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas no mundo. Ocupa uma área de 158 milhões de hectares e é o segundo cereal mais cultivado no mundo, responsável por 29% dos grãos consumidos pelo homem. É de 60 kg o consumo médio de arroz por ano.

No Brasil, a área cultivada com arroz na safra 2020/2021 foi de 1,68 milhões de hectares, quantidade 0,6% maior que a área cultivada na safra anterior. A produtividade média nacional, para esta safra, foi de 7 t ha⁻¹, quantidade 4,3% maior que a alcançada na safra 2019/2020. Com destaque da Região Centro-Sul, ocorreu uma aumento generalizada no plantio da gramínea, 10% maior que a safra anterior. Apesar dos elevados riscos e a falta de incentivos

poderem desestruturar a cadeia produtiva houve crescimento no período correspondente (CONAB, 2021).

No estado do Paraná, em 2020 e 2021, a área de cultivo de arroz irrigado foi de aproximadamente 18.400 hectares, que produziu 149,6 mil toneladas, o que resultou numa produtividade média de 8.130 kg por hectare de acordo com a CONAB (2021).

O arroz é um entre os produtos mais produzidos e consumidos no país, mantendo-o em nono lugar entre os maiores países produtores de arroz do mundo, atrás, apenas, de países asiáticos (PEREIRA, 2018). Ainda no plantio convencional do arroz, o preparo do solo visa prover condições satisfatórias para sementeira e germinação das sementes, desenvolvimento da planta, assim como eliminar plantas daninhas e controlar a erosão.

Adequar o solo para que fique em condições de desenvolvimento de culturas, necessariamente, significa melhorar sua estrutura, promovendo espaço poroso maior que possibilita a disponibilidade de água e a troca de gases e nutrientes importantes para o crescimento das plantas (COSTA, 2003).

Os implementos agrícolas significam otimização de tempo, rapidez e retorno econômico aos produtores rurais. Facilitam o trabalho no campo e atendem às demandas do mercado consumidor. São equipamentos acoplados no sistema de tração e, na prática, são usados no manejo do solo e da cultura.

Com o aumento da tecnologia nas máquinas, houve uma grande variedade de equipamentos para a utilização na produção agrícola. Para a aquisição destes equipamentos, há algumas características a serem levadas em consideração, como o tamanho da propriedade rural, tipo de cultura e até os implementos utilizados. Essas características indicam o produto mais adequado para cada operação (MASSEY FERGUSON, 2021).

A escolha do trator agrícola deve estar corretamente dimensionado com o implemento, pois ela aumenta a vida útil do trator, diminui a necessidade de manutenção e consumo de combustível. Outros aspectos importantes a serem observados, na aquisição do trator, são: assistência técnica, custo de manutenção, disponibilidade de reposição de peças, consumo de combustível e valor de revenda (BRASIL, 2021).

O conceito de custos, na agricultura, compreende todos os gastos relacionados de forma direta ou indireta, como, por exemplo, os custos de semente, colaboradores, insumos químicos, depreciação das máquinas, implementos e estruturas, combustíveis, manutenção, entre outros. Todos os gastos são considerados desde a preparação até a colheita. A apuração dos custos é feita por parte da contabilidade, onde são analisados o comportamento dos custos e outros fatores necessários à produção do produto final (MARION, 2014).

Deste modo, todos os custos envolvidos na cultura do arroz irrigado ocupam uma boa parcela sobre os custos de produção. Della (2019) ressalta, ainda, que a escolha do equipamento correto terá influência no tempo e no custo de operação.

Os dados sobre os custos de todas as etapas da implantação de um projeto de plantio são necessários para viabilizar a execução de todas as fases (SILVA et al., 2004). As informações da capacidade e desempenho das máquinas agrícolas são importantes no gerenciamento dos sistemas agrícolas e auxiliam na tomada de decisão. Assim, essa tomada de decisão é realizada pela avaliação do desempenho operacional e econômico (MOLIN et al., 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de desenvolvimento

Os testes foram realizados na Fazenda Santa Maria, no município de Santa Mônica, Paraná, Brasil, com coordenadas geográficas de latitude 23°13'54.3" Sul, longitude 53°06'22.9" Leste, altitude 300 m. A área total do experimento é de 20,73 ha.

Por meio de uma análise laboratorial, o solo, no presente experimento, na camada de 0 a 20 cm foi classificado como solo “tipo 3” (MAPA – IN nº2 de 09/10/2008) caracterizado Gleisolo háptico contendo 19,0% de silte, 46,0% de argila e 35,0% de areias totais.

3.2 Montagem do experimento

Com o auxílio do software livre QGIS e imagens de satélite, as áreas foram demarcadas seguindo os talhões de cultivo de topografia plana, sistematizado. A área 2 (4,45 ha) e área 3 (6,35 ha) foram submetidas ao preparo com o conjunto 1, enquanto área 1 (4,83 ha) e área 4 (5,10 ha) foram submetidas ao conjunto 2. Escolha esta feita pela proximidade de tamanho e formato dos talhões (Figura 2).



Figura 2. Áreas usadas nos testes dos conjuntos trator-grade empregados no preparo do solo
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3.3 Equipamentos

O presente trabalho traz a comparação de dois conjuntos tratores-grades, conjunto 1 (Figura 3 - Trator modelo John Deere 6210J - Figura 5 - Grade leve Civemasa – GDRA 64) e conjunto 2 (Figura 4 -**Erro! Fonte de referência não encontrada.** - **Erro! Fonte de referência não encontrada.**/SP Grade Super Peixe), comparando os custos e as capacidades de campo de cada conjunto na execução de um preparo convencional de solo.

O conjunto 1 foi composto por um trator agrícola modelo 6210J da marca John Deere com potência no motor de 155 kW (210 cv), pneus diagonais duplado na traseira (20.8-42R1; 18 psi) e com lastro líquido no pneu interior de 75% e lastro metálico de roda, totalizando 200 kg, rodados simples dianteiro (16.9-30R1; 20 psi) com lastro líquido de 75% e lastro metálico dianteiro totalizando 500 kg. A massa total no momento do experimento, era de 9.450 kg resultando em 45 kg cv⁻¹. Este trator agrícola estava acoplado a uma grade 64 discos Civemasa de discos recortados de 22 polegadas, espaçamento de 200 mm, com massa de 3.805 kg e largura de trabalho de 6,20 m.

Para o conjunto 2, utilizou-se o trator modelo 5080E, da marca John Deere, com potência no motor de 59 kW (80 cv), com pneus diagonais traseiros (18.4-30R1; 18 psi), com lastro líquido no pneu de 75% e lastro metálico de roda, totalizando 200 kg com rodados simples dianteiro (11.2-24R1; 20 psi), com lastro líquido de 75% e lastro metálico dianteiro, totalizando 200 kg. A massa total do trator, no momento do experimento, era de 3600 kg resultando em 45 kg cv⁻¹. O referido trator estava atrelado a uma grade 32 discos Baldan de discos recortados de 22 polegadas, espaçamentos de 200 mm, abertura hidráulica, com massa de 950 kg e largura de trabalho de 3,10 m.



Figura 3. Trator modelo John Deere 6210J.
Fonte: John Deere (2021).



Figura 4. Trator modelo John Deere 5080E.
Fonte: John Deere (2021).



Figura 5. Grade média destorroadora-niveladora Civemasa – GDR.
Fonte: Civemasa (2021).



Figura 6. Grade média destorroadora-niveladora, Baldan - SP Grade Super Peixe.
Fonte: Baldan (2021).

3.4 Determinação da capacidade de campo

Para os cálculos de custo, foi utilizado o método de Pacheco (2000) para tanto foi necessário definir as capacidades de cada conjunto, expressas em hectare por hora, e, posteriormente, os custos relacionados a cada máquina. Desta forma, inicialmente, foram computados as áreas e o tempo de jornada de trabalho de cada máquina em testes reais e, em seguida, utilizado os seguintes cálculos:

3.4.1 Capacidade de campo efetiva (CcE)

Correlaciona a largura de corte medida em campo e a velocidade média de trabalho para se obter a capacidade de campo efetiva (CcE), conforme a Equação 1:

$$CcE = \frac{L*V}{10} \quad (1)$$

em que:

CcE - capacidade de campo efetiva, ha h⁻¹;

L - largura de trabalho do implemento ou máquina, m;

V - velocidade de deslocamento efetiva do conjunto, km h⁻¹.

3.4.2 Capacidade de campo operacional (CcO)

A CcO é a capacidade da máquina durante sua jornada de trabalho, assim considera-se todos os tempos ligados ao trabalho operacional, tais como: acoplamento, deslocamento, regulagens, desembuchamentos, manobras, abastecimentos, manutenção, lubrificação, paradas para descanso, paradas para ajustes e reparos. A CcO é obtida pela razão entre a área trabalhada, medida diretamente no campo, e o tempo gasto durante a operação (tempo máquina), conforme a Equação 2. O tempo máquina é a soma de três tempos: tempo de preparo (Tpe), tempo de produção (Tpr) e tempo de interrupção (Ti).

$$CcO = \frac{\text{área mobilizada}}{\text{tempo máquina}} \quad (2)$$

3.4.3 Rendimento de campo (R_c)

É a relação entre capacidade de campo operacional (CcO) e capacidade de campo efetiva (CcE), dada em percentagem, e foi determinada usando a Equação 3.

$$R_c = 100 \frac{C_{cO}}{C_{cE}} \quad (3)$$

3.5 Custos operacionais

Para o custo de operação da máquina, foi considerada a classificação tradicional de custos (QUEIROZ et al., 2017), com base na qual os custos são divididos em fixos e variáveis. Os custos fixos não variam com sua utilização (juros sobre capital invertido, seguro, depreciação anual e abrigo). Já os custos variáveis são definidos pelo uso da máquina (consumo, mão de obra, manutenção e reparos).

3.5.1 Custos Fixos

a) Depreciação

Para o cálculo da depreciação foi usado o método linear, dado pela seguinte equação:

$$D = \frac{P-S}{L} \quad (4)$$

em que:

D - depreciação, R\$ h⁻¹;

P - valor de aquisição da máquina, R\$;

S - valor de sucata da máquina, R\$.

L - vida útil da máquina, horas.

Sobre a depreciação, considerou-se os valores realmente pagos pelo equipamento conforme relatado pelo proprietário, onde, o trator do conjunto 1 apresenta valor inicial de R\$ 435.000,00; o implemento do conjunto 1 de R\$ 64.500,00; o trator do conjunto 2 de R\$ 153.000,00; o implemento do conjunto 2 de R\$ 31.700,00; e preço de venda (sucata) a 10% do valor inicial.

b) Juros sobre capital investido

A reposição de capital é chamada de juros sobre capital investido em função do capital médio investido, conforme a Equação 5. Os juros, sobre o capital investido, foram aplicados como média de 8% ao ano, conforme a taxa de juros fornecida pelos créditos bancários atuais combinada com os valores de hora por ano.

$$J = \frac{P+S}{2} * i \quad (5)$$

em que:

J - juros sobre o capital investido, em R\$;

i - taxa de juros anual, em decimal.

S - valor de sucata da máquina, em R\$;

c) Alojamento

O alojamento a ser considerado foi de 1% do valor de aquisição da máquina, expressa em reais por ano.

d) Seguro

A taxa de seguro da máquina foi adotado como sendo 2% do valor da aquisição ao ano.

3.5.2 Custos variáveis

a) Manutenção e reparo

Para os custos de manutenção e reparo, a análise foi baseada nos dados de gasto percentual com reparos (Quadro 1), como parâmetro de gastos com reparos expressas em uma proporção do valor de aquisição do equipamento durante todo o período de vida útil. Nos tratores, utilizou-se 10.000 horas de vida útil e 2.000 horas trabalhadas anualmente, e, nos

implementos, 2.000 horas de vida útil e 400 horas de trabalho anualmente, assim como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Rendimento de campo, velocidade de trabalho e parâmetros de custos de manutenção e reparo

Máquinas	Rendimento de Campo (%)		Velocidade de trabalho (km h ⁻¹)		Vida Útil (h)	Gasto com Reparos (% do Va)
	Faixa	Típica	Faixa	Típica		
Grade niveladora	70-90	80	05-10	7	2.000	60
Trator 4x2 TDA	-	-	-	-	10.000	100

Va - valor de aquisição do equipamento. Fonte: Adaptado de ASAE (1989).

b) Consumo de combustível

O consumo horário de óleo diesel foi determinado em campo, por meio do reabastecimento do tanque. O preço do combustível foi de R\$ 4,10 L⁻¹.

c) Lubrificação

O consumo de óleo lubrificante foi determinado usando a Equação 6. E seus custos foram determinados pela multiplicação do consumo pelo preço do litro do produto. Para se determinar o custo de lubrificação utilizou-se o preço do lubrificante de R\$ 24,00 L⁻¹.

$$Cl = 0,00059Pn + 0,0216 \quad (6)$$

em que,

Cl - consumo de lubrificantes do motor, L h⁻¹;

Pn - potência nominal do motor, kW.

d) Mão de obra

Para a mão de obra, foram considerados todos os encargos além do salário, INSS, FGTS, 30% adicional de férias, 50% de adicional por hora-extra. Considerando todos os encargos trabalhistas e fiscais, e 220 h de trabalho por mês.

3.6 Análise de dados

Para comparar os dados de custos operacionais dos dois conjuntos mecanizados, utilizou-se a combinação (LEITE e OLIVEIRA, 2002) do teste F, modificado por Graybill (Equação 7), e do teste t, aplicado ao erro médio (Equação 8 e 9). A variância explicada (R^2) foi calculada para um modelo linear. Foi adotado 5% de probabilidade nas comparações entre as curvas.

$$F(H_0) = \frac{(\beta-0)'(Y_1'Y_1)(\beta-\theta)}{2QMR} \sim F_{\alpha}(2, n - 2) \quad (7)$$

$$t_{\bar{e}} = \frac{\bar{e}-0}{S_{\bar{e}}} \sim t_{\alpha}(n-1) \quad (8)$$

Sendo:

$$S_{\bar{e}} = \frac{S_e}{\sqrt{n}} \quad (9)$$

em que:

Y_1 - vetor de valores padrões (eixo das abscissas);

β - vetor de coeficientes (β_0 e β_1);

QMR - quadrado médio do resíduo da regressão;

\bar{e} - erro relativo médio;

$S_{\bar{e}}$ - desvio padrão do erro médio;

S_e - desvio padrão;

n - número de observações;

α - significância do teste F;

$t_{\bar{e}}$ - valor do teste t do erro médio;

$H_0: \beta' = [0 \ 1]$.

O erro relativo médio foi determinado utilizando-se a Equação 10, considerando-se que o erro (Equação 11) é uma variável que segue uma distribuição normal e ocorre ao acaso, pode-se testar a hipótese ($H_0: \bar{e} = 0$) que o erro relativo médio é zero (ROS et al., 2011).

$$\bar{e} = \frac{\sum_i^n \frac{Y_{ji} - Y_{fi}}{Y_{fi}}}{n} \quad (10)$$

$$e = \frac{Y_j - Y_1}{Y_1} \quad (11)$$

em que,

Y_j - vetor de valores alternativos (eixo das ordenadas);

e - erro relativo; $i = 1, 2, \dots, n$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Quadro 2 estão apresentados os valores dos custos horários obtidos em campo para os dois tratores e as duas grades, caracterizados em custos fixos e variáveis. Os custos variáveis são as maiores parcelas dentro do custo total, equivalendo a 81%, para o conjunto 1, e 75%, para o conjunto 2. O custo da mão-de-obra foi de R\$ 14,91 por hora trabalhada, independentemente do porte da máquina analisada, resultando em R\$ 3.280,36 ao mês.

Foram gastos 66,8 L de combustível para o uso do conjunto 1 e 49,5 L para o conjunto 2, ao longo de todo o experimento, equivalendo ao consumo de 33,4 e 9,5 L h⁻¹, respectivamente. O consumo horário do conjunto 1 foi 3,51 vezes maior do que o consumo do conjunto 2.

Quadro 2. Custos horários dos dois conjuntos trator-grade

Descrição	Custos horários (R\$ h ⁻¹)			
	Trator 6210J	Grade 64x22	Trator 5080E	Grade 32x22
----- C. Fixos -----				
Depreciação	39,15	29,03	13,77	14,27
Juros	9,57	7,10	3,37	3,49
Alojamento	2,18	1,61	0,77	0,79
Seguro	4,35	3,23	1,53	1,59
Total c. fixos	55,25	40,96	19,43	20,13
----- C. Variáveis -----				
Man/Reparo	43,50	19,35	15,30	9,51
Consumo de Combustível	136,84	x	39,79	x
Lubrificação	2,71	x	1,35	x
Mão de obra	14,91	x	14,91	x
Total c. variáveis	197,96	19,35	71,36	9,51
Total geral	253,21	60,31	90,79	29,64

Fonte: Elaborado pelo autor.

O trator do conjunto 1 apresentou custos horários fixos e variáveis, em média, 2,8 vezes maior que os custos do trator do conjunto 2 (Figura 7), embora a relação entre as potências seja de 2,63 vezes maior. Analisando os custos horários das duas grades (Figura 8), observa-se que a grade do conjunto 1 teve um custo 2,03 maior que a grade do conjunto 2, demonstrando que, para o implemento, os custos horários foram proporcionais ao tamanho das grades, correspondendo ao dobro do custo. Por outro lado, os tratores têm a influência de seus desempenhos para cada situação de campo, indicando que pode ter havido um desempenho tratativo diferente entre os dois conjuntos.

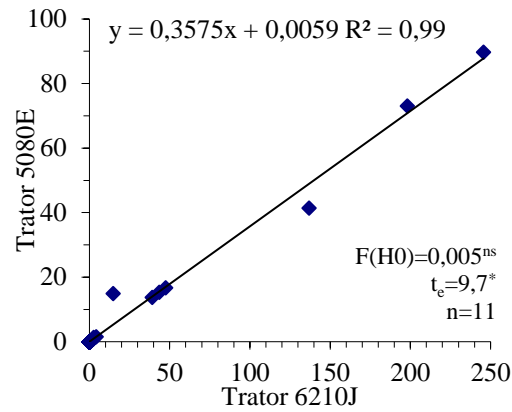


Figura 7. Gráfico de correspondência entre os dados de custos horários dos dois tratores.
Fonte: Elaborado pelo autor.

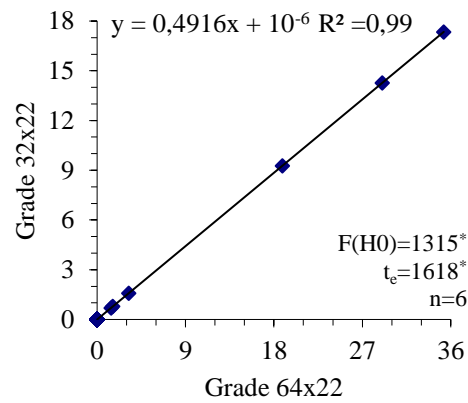


Figura 8. Gráfico de correspondência entre os dados de custos horários das duas grades.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os custos com combustível no trator do conjunto 1 ocupam uma parcela significativa nos custos totais, somando mais de 50% dos custos horários (Figura 9), enquanto para o trator do conjunto 2, apesar de ter uma grande parcela no consumo de combustível, tem destaque nos custos com a mão-de-obra que representa o segundo maior valor dos custos horários.

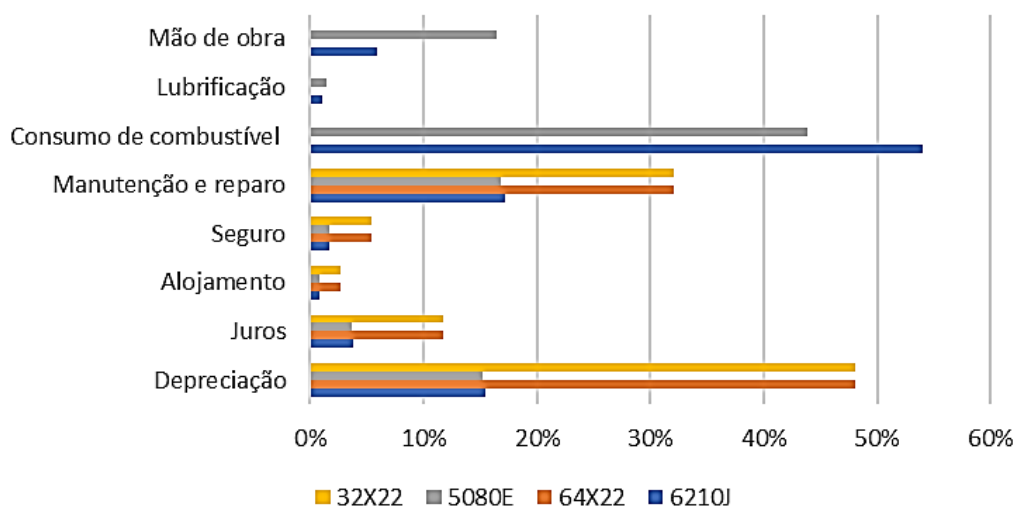


Figura 9. Comparação entre as proporções dos custos por categoria.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 3 apresenta o rendimento de campo, onde se verifica que o conjunto T1-I1 possui maiores valores do que o outro conjunto. Isso pode estar relacionado com o maior número de manobras no conjunto T2-I2, devido a sua menor largura de trabalho. Sobre o rendimento de campo encontrado em outros trabalhos e citados por Queiroz et al. (2017), o presente trabalho traz resultados dentro da faixa de rendimento de 70 a 90% para grade niveladora, estando de acordo com a Asae (1989).

Quadro 3. Desempenho operacional dos dois conjuntos trator-grade

Parâmetro	Conjunto1	Conjunto2
Área (ha)	10,80	9,93
Tempo (h)	2,00	5,20
Velocidade operacional (km h ⁻¹)	10,00	8,00
Largura de trabalho (m)	6,20	3,10
CcE (ha h ⁻¹)	6,20	2,48
CcO (ha h ⁻¹)	5,40	1,91
Rc (%)	87%	77%
Custo horário (R\$ h ⁻¹)	313,51	120,43
Custo operacional (R\$ ha ⁻¹)	58,06	63,06

Fonte: Elaborado pelo autor.

As duas áreas do experimento são similares em formato e tamanho (Quadro 3, Figura 2) e, quando analisado o custo operacional, o conjunto 1 (T1-I1) obteve menor valor, indicando o efeito do seu maior rendimento de campo.

Os custos horários do conjunto 2 são 38% do custo horário do conjunto 1, número, significativamente, menor. Por outro lado, os resultados dos custos operacionais, que

relacionam os custos horários com a capacidade de campo operacional, apresentam 8% de economia no conjunto 1, quando comparado com o conjunto 2.

Os resultados, deste estudo, mostraram um certo desequilíbrio de custos em relação ao consumo de combustível, manutenção, alojamento e seguro mais dispendiosos para o conjunto 1, porém, o custo operacional para o conjunto 1 se mostrou em equilíbrio com o custo do conjunto 2. Esses dados apontam para uma variável importante na determinação do tipo de maquinário agrícola a ser utilizado, para uma relação custo-benefício positiva, que é o tamanho da área a ser cultivada. Situação já relatada na extensa bibliografia referente à análise econômica na agricultura. Novos experimentos devem ser executados com uma amostragem maior para determinar, de forma mais objetiva, o custo-benefício em outros tipos de cultivo com a vantagem de utilizarem diferentes tipos de máquinas.

5 CONCLUSÃO

Apesar do relativo baixo custo horário do conjunto 2, quem apresentou o melhor custo-benefício foi o conjunto 1. A alta capacidade de campo faz com que o custo por hectare desta operação fique menor no conjunto 1. Com esses resultados pode-se dizer que um conjunto de maior porte pode ser mais econômico se as condições de campo e regulagem permitirem o melhor desempenho da máquina, além da redução de mão-de-obra.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M. **Cadeia de valor e vantagens competitivas: um estudo sobre a cadeia produtiva avícola da região do Vale do Taquari**. 2015. 118f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.unisc.br/jspui/bitstream/11624/271/1/Marciel%20Andrade%20FINAL%2025%2006%2015.pdf>>. Acesso: 22 abr. 2021.
- ARCOVERDE, S. N. S.; CORTEZ, J. W.; JÚNIOR, C. O. P.; NAGAHAMA, H. J. Nível de Ruído Emitido por Conjuntos Mecanizados em Função da Velocidade e da Condição do Solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.6, n.3, p.514-520, Recife – PE. 2011.
- ASAE. American of Agricultura Engineers. **ASAE Standards**, 1990. St. Joseph, 1989.
- BALDAN. **Baldan**. Disponível em: <<https://www.baldan.com.br/conteudo/sp-grade-super-peixe.html>>. Acesso em: 2021.
- BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. **Oleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectiva**. v.32, n.3, p. 588-594. 2009.
- BRASIL. **Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar (SEMAGRO)**. 2021. Disponível em: <<https://www.semagro.ms.gov.br/a-semagro/>>. Acesso em: 17 nov. 2021.
- BRAUNACK, M. V.; DEXTER, A. R. Soil aggregation in the seedbed: a review. I. Properties of aggregates and beds of aggregates. **Soil & Tillage Research**, v. 14, p. 259-279, 1989.
- CANAL RURAL, 2021. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/noticias/avanco-do-pib-foi-de-quase-10-aponta-pesquisa/>>. Acesso em: 17 nov. 2021.
- CIVEMASA. **Civemasa**. Disponível em: <<https://civemasa.com.br/>>. Acesso em: 2021.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Grão Safra 2020/2021 11º levantamento**. Brasília, 2021.
- COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V. & WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. **R. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.527-535, 2003.
- CREPALDI, S., A. **Contabilidade rural: uma abordagem decisorial**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; PIMENTEL, M. A. G.; COELHO, A. M.; KARAM, D.; CRUZ, I.; GARCIA, J. C.; MOREIRA, J. A. A.; OLIVEIRA, M. F. de; GONTIJO NETO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. E. P. de; VIANA, P. A.; MENDES, S. M.; COSTA, R. V. da; ALVARENGA, R. C.; MATRANGOLO, W. J. R. **Produção de milho na agricultura familiar**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 45, 2011.
- DELLA, L. D. S. Z. P. **Análise de custos na produção de arroz irrigado em duas propriedades localizadas no sul do Brasil**. Criciúma. 2019.

- GADANHA JUNIOR, C. D. et al. **Máquinas e Implementos Agrícolas do Brasil**. São Paulo: Ipt, p. 449, 1991.
- HUNT, D. R. **Farm power and machinery management**. Iowa University Press: [s.n.], v. 9, p. 365, 1995.
- JOHN DEERE. **John Deere**. Disponível em: <<https://www.deere.com.br/pt/index.html>>. Acesso em: 2021.
- LEITE, H. G.; OLIVEIRA, F. H. T. Statistical procedure to test identity between analytical methods. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 33:1105-1118, 2002.
- MARION, J. C. **Contabilidade e controladoria em agribussines**. São Paulo: Atlas, 1996.
- MARION, J., C. **Contabilidade Rural**. São Paulo: Atlas, 2014.
- MASSEY FERGUSON, 2021 Disponível em: <https://www.masseyferguson.com/pt_br/farming-technology.html>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- MILAN, M. **Gestão sistêmica e planejamento de máquinas agrícolas**. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 100. 2004.
- MOLIN, JP.; MILAN, M. Trator-implemento: dimensionamento. Capacidade operacional e custo. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. (Org.) **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba, Instituto de Pesquisas Florestais, p. 409-436, 2002.
- PACHECO, E. P. **Seleção e custos operacional de máquinas agrícolas**. Embrapa Acre. Rio Branco, p. 21, 2000.
- PEREIRA, L. F. **Direito aplicado ao agronegócio**. Porto Alegre : SAGAH, 2018.
- QUEIROZ, D. M. D.; PINTO, F. A. C.; SOUZA, C. M. A. D. **Engenharia de sistemas agrícolas**. Dourados: UFGD, p. 169, 2017.
- RAMÃO, C. J. et al. Efeito do número de operações mecanizadas de nivelamento de solo sobre componente de rendimento e altura da lâmina de água na cultura do arroz irrigado. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 23, n. 1, p. 14-21, jan/jul 2018.
- ROS, V.V. ; SOUZA, C.M.A. de ; VITORINO, A.C.T. ; RAFULL, L.Z.L. Oxisol resistance to penetration in no-till system after sowing. **Engenharia Agrícola**, v. 31, p. 1104-1114, 2011.
- SANTO, Benedito Rosa do Espírito. **Os caminhos da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Evoluir, 2001.
- SILVA, F. M.; ALVES, M. C.; SOUZA, J. C. S.; OLIVEIRA, M. S. (2010); Efeitos da Colheita Manual na Bienalidade do Cafeeiro em Ijaci, Minas Gerais. **Ciênc. agrotec., Lavras**. V. 34, n. 3, p. 625-632, 2010.
- SILVA, K. R.; MINETTI, L. J.; FIEDLE, N. C.; VENTUROLI, F.; MACHADO, E. G. B.; DOUZA, A. P. **Custos e rendimentos operacionais de um platio de eucalipto em regio de cerrado**. Sociedade de Investigações Florestais: Viçosa – MG, p. 361-366, 2004.

SILVEIRA, G. M. da. **Máquinas para plantio e condução das culturas**. Viçosa: Aprenda Fácil (série Mecanização v.3), p. 336, 2001.

TEIXEIRA, P E. G. **Curso de mecanização agrícola**. Ensino tecnico e extensão universitaria: Universidade Federal da Amazonia, 2018.