



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
CURSO DE AGRONOMIA

**VIABILIDADE DO CULTIVO DE GRÃOS EM ÁREAS AFASTADAS COM OU SEM  
TRANSLADO DE MAQUINÁRIO**

**PAULO DE ANDRADE REZENDE NETO**

**Brasília, DF**

**Julho, 2014**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
CURSO DE AGRONOMIA

## **VIABILIDADE DO CULTIVO DE GRÃOS EM DIFERENTES ÁREAS COM TRANSLADO DE MAQUINÁRIO**

**PAULO DE ANDRADE REZENDE NETO**

Trabalho final de Estágio Supervisionado  
apresentado ao curso de Graduação em  
Agronomia da Universidade de Brasília para a  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Faggion

**Brasília, DF**

**Julho, 2014**

## FICHA CATALOGRÁFICA

REZENDE NETO, Paulo de Andrade.  
“VIABILIDADE DO CULTIVO DE GRÃOS EM DIFERENTES  
ÁREAS COM MOVIMENTAÇÃO DE MAQUINÁRIO”.  
Orientação: Francisco Faggion, Brasília 2014. 28 Páginas  
Monografia de Graduação (G) - Universidade de Brasília / Faculdade  
de Agronomia e Medicina Veterinária, 2014.

1. Máquinas Agrícolas 2. Frota de máquinas 3. Custo

**VIABILIDADE DO CULTIVO DE GRÃOS EM DIFERENTES ÁREAS COM  
MOVIMENTAÇÃO DE MAQUINÁRIO**

**PAULO DE ANDRADE REZENDE NETO**

TRABALHO FINAL DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO APRESENTADO AO CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA PARA A  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE BACHAREL EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

**APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_**

**BANCA EXAMINADORA**

---

FRANCISCO FAGGION, Dr. Universidade de Brasília  
Prof. da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB  
(ORIENTADOR) Email: faggion@unb.br

---

LUIZ VICENTE BOCORNY GENTIL, Dr. Universidade de Brasília  
Prof. da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB  
(EXAMINADOR) Email: gentil22@unb.br

---

FLAVIO BORGES BOTELHO FILHO, Dr. Universidade de Brasília  
Prof. da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB  
(EXAMINADOR) Email: botelho@unb.br

**Brasília - DF**

**Julho, 2014**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a Deus, aos meus professores e aos meus pais, Flávio e Elisa, que durante todo o curso me forneceram a ajuda e apoio necessário para atravessar todas as dificuldades e finalmente estar aqui concluindo essa importante jornada na minha vida, um sonho que foi realizado e abre portas para os novos desafios e sonhos.

**Paulo de Andrade Rezende Neto**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus e a minha família que sempre me incentivou e não mediu esforços para que eu pudesse realizar a graduação, me assistindo e fornecendo todos os recursos necessários para alcançar esse importante objetivo de vida.

Agradeço particularmente ao Dr. Francisco Faggion pela amizade, paciência, conselhos e orientação na realização desse trabalho.

Um agradecimento a minha irmã, Ana Flávia, que foi minha principal companheira no final da minha jornada e tanto me ajudou e apoiou.

Agradeço também a minha namorada, Mariana Barth, que me apoiou durante esse percurso cheio de dificuldades e alegrias.

Um agradecimento aos meus avós, Balsem e Regina, que sempre estavam na sala para qualquer necessidade que eu tivesse.

Agradeço a todos os professores que tiveram a grandeza de repassar todos os conhecimentos adquiridos durante esses cinco anos na universidade, estes que me motivaram a lutar contra todas as adversidades encontradas e carrego para sempre na minha lembrança.

Finalmente, aos meus companheiros de curso, que além de me acompanhar em festas e comemorações, me acompanharam nos momentos de dificuldade, unindo forças para superar os desafios e aqui chegamos.

## **RESUMO**

O custo com máquinas é elevado e muitas vezes pode ser reduzido com a movimentação de máquinas entre fazendas. O objetivo deste trabalho é verificar a viabilidade econômica do cultivo de grãos em áreas afastadas com ou sem a movimentação de maquinário. Para tanto foi realizado um estudo com um conjunto de fazendas onde foram coletados diferentes dados sobre as atividades e maquinário existente nas fazendas. Estes foram tabulados para a elaboração de quatro diferentes cenários para serem analisados para a tomada de decisão sobre das diferentes possibilidades de cultivo de áreas. Os resultados mostram que a diferença do custo total com ou sem a movimentação de maquinário independente da expansão, pois apresentou pequena diferença em favor da movimentação de maquinário. Com a movimentação da frota a utilização do maquinário é otimizada, há um dispêndio menor de recursos para a aquisição de máquinas e a venda das excedentes gera um valor arrecadado superior ao sem movimentação. A expansão da área somente se mostrou viável com a movimentação de maquinário já que o custo para aquisição de máquinas seria elevado sem movimentação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Máquinas Agrícolas, Frota de máquinas, Custo.

## **ABSTRACT**

The cost of machinery is high and can often be reduced with the use of machinery between farms. The objective of this work is to verify the economic viability of cultivation of grain in different areas with or without moving machinery. For such a study with a set of data on farms where different activities and machinery were collected from farms was carried out and these were tabulated for the development of these four different scenarios were analyzed to obtain the results. The results show that the difference in the total cost with or without moving machinery independent of the expansion showed a slight difference in favor of moving machinery. With the movement of the machinery fleet utilization is optimized, there is a smaller expenditure of funds for the purchase of machines and the sale of surplus generates a value raised above the non-moving. The expansion of the area only to be viable with moving machinery since the cost for the acquisition of machinery would be higher without moving.

**KEYWORDS:** Agricultural Machinery, Set of machinery, Costs.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO.....	10
OBJETIVOS.....	12
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

## INTRODUÇÃO

A agricultura no Brasil tem se expandindo muito nos últimos anos, assim como a demanda por alimentos no mundo inteiro e de acordo com TILMAN et al. 2011, o consumo de proteína, de todas culturas combinadas, vai ter um aumento de 100-110% do ano de 2005 até 2050. Com essa demanda crescente de alimentos no mundo o produtor brasileiro vem tendo que aumentar a produção evitando aumentar a área já cultivada e sempre que possível reduzindo os custos, em um cenário onde cada dia que se passa mais caro ficam os insumos necessários para realizar uma boa condução da lavoura.

O produtor brasileiro a cada ano que passa tem um novo desafio a realizar, vide as novas pragas e doenças cada vez mais resistentes que o produtor de grãos vem enfrentando, um bom exemplo de pragas é o caso da *Helicoverpa armigera* e *Bemisia tabaci*, que vem causando grandes prejuízos a safra brasileira além de obrigar o produtor a aplicar mais agrotóxicos do que o chamado de “normal”, fato que além de causar um aumento de custo não é ambientalmente sustentável.

O Brasil possui uma imensa área agricultável, capaz de prover uma produção acima da média com utilização de tecnologia. Com o passar dos anos essa tecnologia cada vez mais faz parte do dia a dia do campo. A mecanização agrícola já é uma realidade no Brasil a um bom tempo, mas sempre vem se atualizando, cada dia com mecanismos mais modernos e a tecnologia mais envolvida nas atividades rurais. Uma das principais causas dessa procura por tecnologias mais modernas visam a otimização da produção e a eventual redução de custos.

O aumento nos custos dos insumos agrícolas e da mão de obra vem causando redução na lucratividade do produtor rural. Uma das soluções para evitar essa redução no lucro seria a otimização do maquinário da propriedade, já que diversas fazendas possuem máquinas além do necessário, o que significa um capital parado, ou então uma falta de máquinas que gera prejuízo por atraso na execução das tarefas diárias da propriedade.

Algumas produtores cultivam áreas afastadas entre si, o que gera a necessidade de aquisição de mais máquinas ou o transporte de parte delas para atender necessidades específicas de cada local. Além disso, algumas dessas áreas normalmente são arrendadas, com o custo deste arrendamento influenciando muito na renda.

Para propor a otimização da frota de uma determinada propriedade deve-se ter diversas informações específicas de cada fazenda, tais como o período chuvoso, o tipo de solo, as culturas implantadas, quantas safras por ano pode-se realizar na região, capacidade de secagem e armazenagem próximos, entre outros.

Ao se analisar todas essas variáveis será possível realizar uma proposta racional de mecanização para aquele conjunto de propriedades.

## **OBJETIVOS**

### Objetivo Geral

Verificar a viabilidade econômica do cultivo de grãos em áreas afastadas com ou sem a movimentação de maquinário.

### Objetivos Específicos

- Descrever o cenário atual de três áreas atualmente cultivadas com soja, milho e feijão num total de 2400 ha;
- Avaliar os custos envolvidos no cultivo das áreas atualmente cultivadas;
- Apresentar cenários de máquinas, equipamentos e mão de obra necessários para o cultivo das áreas em estudo, com e sem movimentação de maquinário;
- Estudar a viabilidade técnica e econômica da ampliação do cultivo para a área total de 3600 ha envolvendo mais uma propriedade arrendada com ou sem a movimentação de maquinário.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na realização de um diagnóstico da mecanização da região dos Campos Gerais do estado do Paraná e região sul de São Paulo, GIMENEZ et al., 2007 verificaram que as máquinas agrícolas e equipamentos representam o maior investimento, depois da terra, na produção rural. No setor agrícola vem ocorrendo um rápido aumento nos custos dos insumos de produção, isso impacta na rentabilidade do negócio. O sistema mecanizado da propriedade, dependendo da cultura, pode representar de 20 a 40% dos custos de produção e pode ser considerado um ponto estratégico na redução de custos (Milan, 2010).

Um bom gerenciamento de máquinas, onde se deve tomar as decisões corretas sobre quando comprar e quando trocar, podem fornecer uma boa redução no custo por hectare. O custo do maquinário deve ser dividido em dois, o custo fixo de se possuir o maquinário e o custo de operação, sendo que o segundo varia com o quanto será usado o maquinário da propriedade e o primeiro independe da quantidade de uso (Edwards, 2009).

Esse autor mostrou que o custo fixo das máquinas inclui a depreciação, o juro (custo de oportunidade), impostos, seguro e local para guardar o maquinário. A depreciação pode ser calculada pela tabela 1, sugerida pela Sociedade Americana de Engenheiros Agrícolas, a partir dos dados do valor de venda de máquinas usadas nos Estados Unidos, apresentada por este autor.

Tabela 1. Valor de revenda de máquinas calculado através do percentual do preço do novo.

H.ano <sup>-1</sup>	Trator 80-140hp			Trator 150+ HP			Colheitadeira			Semeadora, pulverizador
	200	400	600	200	400	600	100	300	500	
Idade										
5	50%	49%	49%	47%	45%	44%	47%	39%	34%	50%
6	47%	46%	46%	43%	42%	41%	42%	35%	30%	48%
7	44%	44%	43%	40%	39%	38%	38%	31%	27%	46%
8	42%	41%	41%	38%	36%	35%	35%	28%	24%	44%
9	40%	39%	39%	35%	34%	33%	31%	25%	21%	42%
10	38%	37%	37%	33%	32%	31%	28%	23%	19%	40%
11	36%	35%	35%	31%	30%	29%	26%	20%	17%	39%
12	34%	34%	33%	29%	28%	27%	23%	18%	15%	38%
13	33%	32%	32%	27%	26%	25%	21%	16%	13%	36%
14	31%	31%	30%	25%	24%	24%	19%	14%	12%	35%
15	30%	29%	29%	24%	23%	22%	17%	13%	10%	34%

Fonte: adaptado de (Edwards, 2009)

Edwards, 2009 ainda propõe uma forma de cálculo do custo de oportunidade ou juros, que é mais um fator do custo fixo do maquinário, a junção do valor de depreciação e dos juros pode ser calculado utilizando o “fator de recuperação de capital”, que pode ser encontrado na tabela 2, a recuperação de capital é o quanto deve-se separar cada ano para pagar o valor perdido devido a depreciação e a taxa de juros. A fórmula para se realizar o cálculo é:

$$RC = (D \times FRC) + (VA \times TJ)$$

Onde:

RC = Recuperação de Capital

D = Depreciação

FRC = Fator de recuperação de Capital

VA = Valor Atual da Máquina

TJ = Taxa de Juros

Tabela 2. Fator de recuperação de capital

TJ	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%
Idade											
1	1,020	1,030	1,040	1,050	1,060	1,070	1,080	1,090	1,100	1,110	1,120
2	0,515	0,523	0,530	0,538	0,545	0,553	0,561	0,568	0,576	0,584	0,592
3	0,347	0,354	0,360	0,367	0,374	0,381	0,388	0,395	0,402	0,409	0,416
4	0,263	0,268	0,275	0,282	0,289	0,295	0,302	0,309	0,315	0,322	0,329
5	0,212	0,218	0,225	0,231	0,237	0,244	0,250	0,257	0,264	0,271	0,277
6	0,179	0,185	0,191	0,197	0,203	0,210	0,216	0,223	0,230	0,236	0,243
7	0,155	0,161	0,167	0,173	0,179	0,186	0,192	0,199	0,205	0,212	0,219
8	0,137	0,142	0,149	0,155	0,161	0,167	0,174	0,181	0,187	0,194	0,201
9	0,123	0,128	0,134	0,141	0,147	0,153	0,160	0,167	0,174	0,181	0,188
10	0,111	0,117	0,123	0,130	0,136	0,142	0,149	0,156	0,163	0,170	0,177
11	0,102	0,108	0,114	0,120	0,127	0,133	0,140	0,147	0,154	0,161	0,168
12	0,095	0,100	0,107	0,113	0,119	0,126	0,133	0,140	0,147	0,154	0,161
13	0,088	0,094	0,100	0,106	0,113	0,120	0,127	0,134	0,141	0,148	0,156
14	0,083	0,089	0,095	0,101	0,108	0,114	0,121	0,128	0,136	0,143	0,151
15	0,078	0,084	0,090	0,096	0,103	0,110	0,117	0,124	0,131	0,139	0,147

Fonte: adaptado de (Edwards, 2009)

Outro custo fixo do maquinário é o seguro e alojamento, que pode ser calculado em torno de 0,75 a 1% do preço de aquisição de acordo com a literatura especializada, Pacheco, 2000 aconselha usar uma taxa de 2% ao ano para os cálculos de seguro e alojamento, conforme a fórmula a seguir:

$$AS = 0,02 \times P$$

Onde:

AS = Alojamento e seguro anual (R\$)

P = Preço de aquisição (R\$)

Então para se obter o custo fixo anual do maquinário pode se usar a fórmula descrita a seguir:

$$CF = RC + AS$$

Outra parte dos custos do maquinário são os custos variáveis que dependem da quantidade de uso da máquina. Esses custos são: combustíveis (C), lubrificantes (L), reparos e manutenção (RM) e salário do tratorista (ST), de acordo com (Pacheco, 2000).

$$CV = C + L + RM + ST$$

Onde:

CV = Custos variáveis

C = Combustíveis, R\$

L = Lubrificantes, R\$

RM = Reparos e manutenção, R\$

ST = Salário do tratorista, R\$

Os combustíveis são difíceis de se calcular o quanto gasta, afinal de contas cada hora tem uma condição de peso, atrito, solo diferente e tudo isso influencia no consumo da máquina agrícola, então a literatura nos diz que se consome em torno 0,25 a 0,30 litros de combustível por hora para cada cv da máquina, então temos a fórmula:

$$C = (0,25 \times POT_{BT}) \times VC \times HA$$

Onde:

C = Consumo de combustível, R\$.ano<sup>-1</sup>

POT<sub>BT</sub> = Potência, cv

VC = Valor do combustível, R\$

HA = Horas trabalhadas por ano

Segundo Edwards, 2009 o custo com lubrificantes fica em torno de 15% do valor total gasto em combustível sendo assim podemos chegar ao valor gasto com lubrificação através da fórmula a seguir:

$$L = 0,15 \times C$$

Onde:

L = Lubrificantes, R\$.ano<sup>-1</sup>

Segundo Barger et al. (1966, apud OLIVEIRA, 2000, p. 32), podemos estimar o custo anual com reparos e manutenção em torno de 3,5% do custo de aquisição do equivalente novo.

$$RM = 0,035 \times CA$$

Onde:

RM = Reparos e manutenção, R\$.ano<sup>-1</sup>

CA = Custo de aquisição do equivalente novo, R\$

O ultimo fator dos custos variáveis é o salário do tratorista, que segundo Pacheco, 2000, pode ser calculado pela formula a seguir:

$$ST = (1,5 \times SM + 20\%) \times 13$$

Onde:

ST = Salário do tratorista, R\$.ano<sup>-1</sup>

SM = Salário mínimo, R\$

Cada região de produção possui uma janela de clima ou dias de trabalho para se realizar determinadas tarefas, a semeadura é o primeiro passo da produção e todas as outras etapas dependerão de quando for realizada a semeadura. Na região do nordeste do estado de Goiás e noroeste de Minas Gerais, o período chuvoso começa em meados de outubro, conforme mostra a figura 1, sendo assim é aconselhável começar o plantio somente após o dia 15/10 e terminar ate o dia 30/11, devido a soja ser uma planta de dia curto e o plantio apos essa data provavelmente causara uma redução na produtividade (Fagioli, 2009).

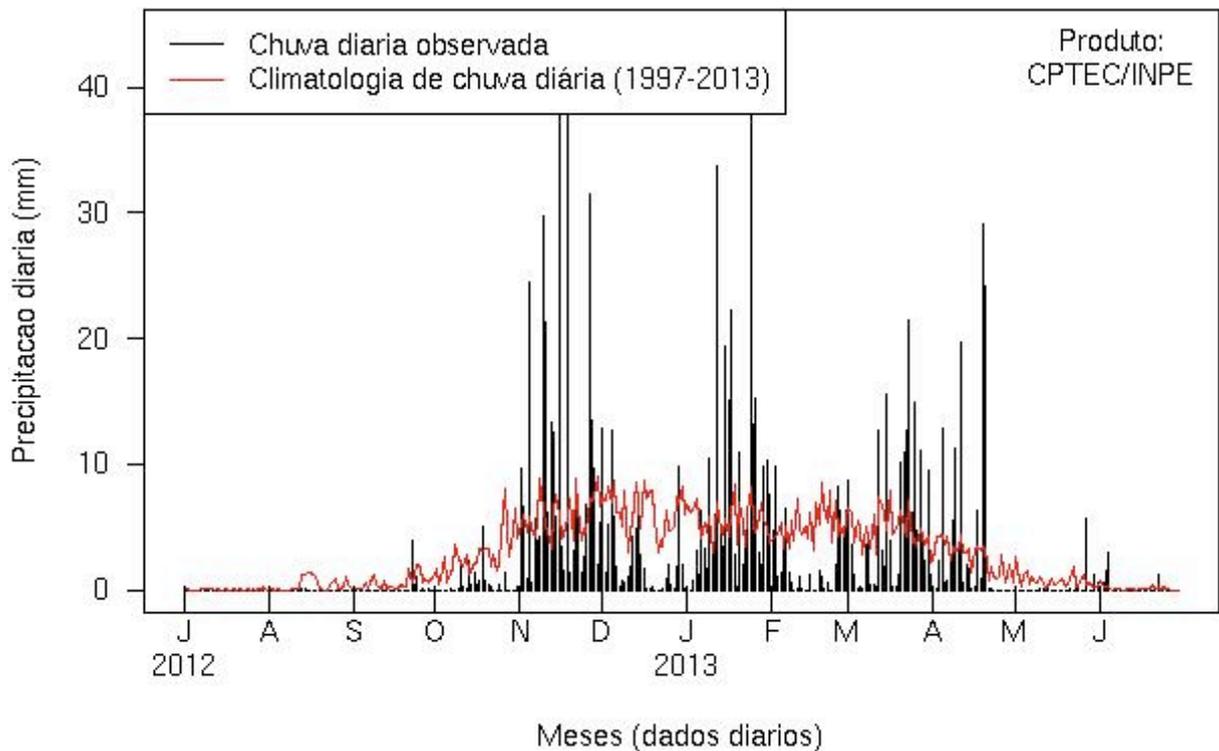


Figura 1. Índice pluviométrico do ano safrinha 12/13, na região 84 (Fonte: CPTEC/INPE)

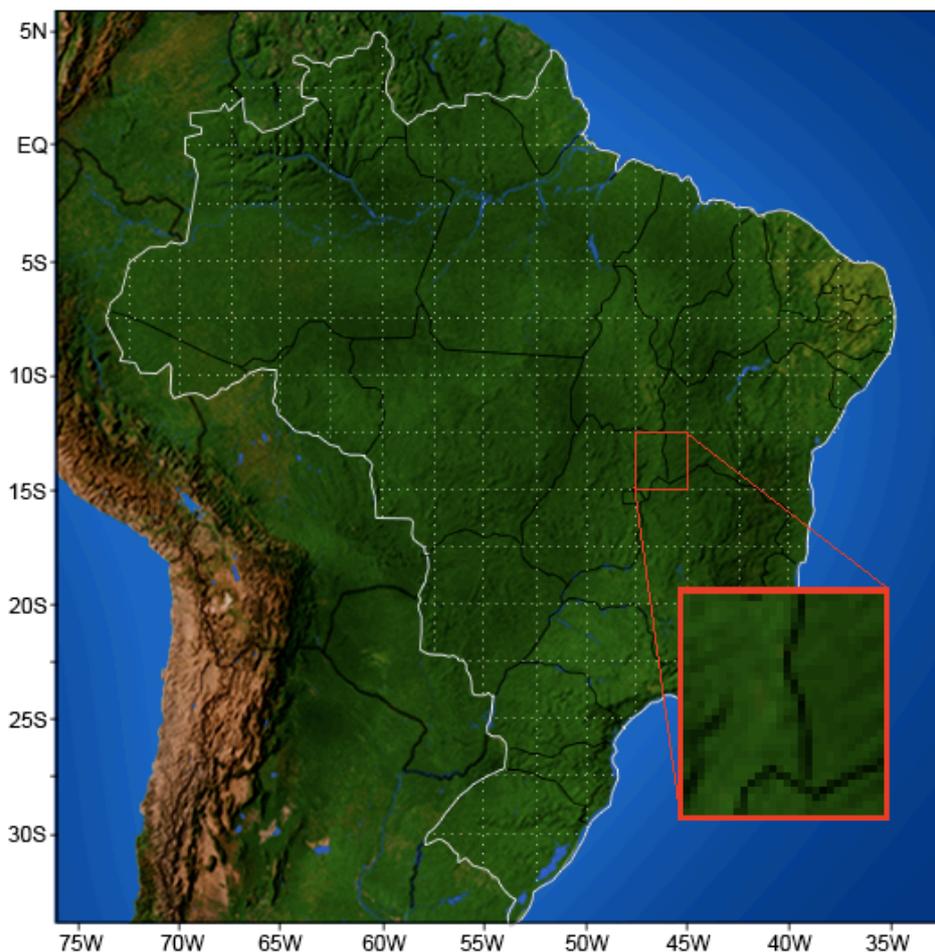


Figura 2. Região 84, onde estão localizadas as propriedades (Fonte: CPTEC/INPE)

As diversas operações na fazenda possuem diferentes eficiências de campo que servem para determinar a capacidade de campo operacional, ou seja, quantos hectares cada máquina consegue cobrir por hora. A tabela 3 com a velocidade de trabalho e a eficiência de campo das operações a serem realizadas nas propriedades em estudo foi adaptada a partir dos dados publicados por Balastreire, 1987 e Hanna, 2001.

Tabela 3. Velocidade de operação e eficiência de campo das operações

<b>Operação</b>	<b>Velocidade (Km)</b>	<b>Eficiência de campo (%)</b>
Semeadura	4,7 – 10,0	0,60 - 0,70
Correção e Adubação de cobertura	4,7 – 7,9	0,70
Aplicação de defensivos	4,7 - 12,8	0,63 – 0,65
Colheita	3,2 – 5,4	0,68 - 0,70

Fonte: Adaptado de (Balastreire, 1987); (Hanna, 2001).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para verificar a viabilidade econômica do cultivo de grãos em áreas afastadas com ou sem a movimentação de maquinário, o presente trabalho teve como objeto de estudo três áreas distintas de um mesmo proprietário. São elas a Fazenda Pafe, Fazenda Campeã e Fazenda Fuji localizadas respectivamente na cidade de Serra Bonita-Mg, Formoso-Mg e Mambai-Go, conforme pode ser visto na figura 3. Além disso, foi estudada a possibilidade de arrendamento de outra fazenda de 1200 ha próxima à Campeã que fica no percurso entre elas para a expansão da área de cultivo, ainda sem contrato para a exploração.



Fonte: Google maps (2013)

Figura 3. Vista da localização da Fazenda Pafe, Fazenda Campeã e Fazenda Fuji.

Tabela 4. Distancia em quilômetros entre as propriedades.

<b>Fazendas</b>	Pafe	Campeã	Fuji
Pafe	-	60	180
Campeã	60	-	120
Fuji	180	120	-

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema usando dados de trabalhos existentes em economia rural, gerenciamento de propriedade e maquinário, custos do maquinário para o produtor e histórico da região.

Depois de realizada a revisão bibliográfica, foram coletados dados das fazendas em estudo, onde se identificou o maquinário existente em cada fazenda, seu valor atual, o quanto consome de combustível, a idade do maquinário, a quantidade de mão de obra necessária para conduzir toda a operação da fazenda. Todos os dados foram coletados junto ao gerente das fazendas, em uma visita técnica nas áreas de produção. Posteriormente, com o proprietário das fazendas, foram obtidos os dados sobre custo com insumos agrícolas, óleo diesel, folha salarial e frete no ano safra 2012-2013. Foi coletado também a produtividade media das fazendas em estudo e faturamento das mesmas.

Os dados coletados foram tabulados em planilhas, o maquinário existente foi separado por fazenda, foi feito um gráfico de Gantt para se ter a real necessidade do maquinário por fazenda, aliado a um calculo da capacidade de campo efetiva de cada máquina e equipamento utilizado na atividade agrícola.

Então foi realizado uma análise SWOT (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças) de cada cenário, um sem a movimentação, outro com a movimentação do maquinário. Esses cenários foram comparados e foi proposta a adoção do cenário onde se teria a melhor situação tanto financeira, com os menores custos quanto de trabalho.

Para calcular a capacidade de campo efetiva em hectares por dia de cada operação (semeadura, aplicação de defensivos e colheita) foi utilizada a equação 1, descrita a seguir.

$$Cce = \frac{Vel \times Esp \times Efc \times CH}{10000} \quad (1)$$

Onde,

Cce = Capacidade de campo efetiva, ha.dia<sup>-1</sup>

Vel = Velocidade, m.h<sup>-1</sup>

Esp = Espaçamento, m

Efc = Eficiência de campo, %

CH = Carga horária, h.dia<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada uma das três áreas onde foi realizado o trabalho possui uma situação distinta, descritas na tabela 5, cada uma possui uma necessidade de maquinário diferente e um custo de produção distinto. Para fazer o planejamento foi feito um gráfico de Gantt de cada uma das áreas de produção onde se obteve a quantidade de maquinário necessário e o tempo para realizar as operações dos cultivos a serem realizados num ano para a produção de grãos.

Tabela 5. Área atualmente cultivada nas diferentes propriedades, custo do arrendamento e culturas implantadas.

<b>Fazenda</b>	<b>Área cultivada, ha</b>	<b>Situação</b>	<b>Custo do Arrendamento, sacos de soja/ha</b>	<b>Culturas</b>
Fuji	1200	Arrendada	8	Soja – Milho
Campeã	900	Própria	-	Soja – Milho – Feijão
Pafe	300	Arrendada	8	Soja – Milho – Feijão

A legislação brasileira prevê carga horária de trabalho diária máxima de 10 horas, sendo duas horas extras. Utilizando um banco de horas com os operadores, foi possível adotar uma jornada de trabalho de 12 horas diárias durante a semeadura, época em que a janela de clima para a operação é pequena. Essa prática é comum e aceitável na região em que foram realizados os trabalhos.

A cultura do milho com híbridos modernos é cultivada no espaçamento de 0,50 metros entre linhas. Esse mesmo espaçamento de 0,5 metros entre linhas é adotado nas culturas da soja e do feijão, pois fica mais fácil a regulagem das semeadoras já que o espaçamento não muda.

As eficiências de campo da semeadura, seguindo as informações de Balastreire, 1987, foram consideradas 0,70 para semeadoras com 13 ou mais linhas e 0,65 para as demais. Utilizando equação 1 e trabalhando na velocidade de 5 km por hora, pode ser calculado quantos hectares cada linha irá semear por dia dependendo do tamanho da semeadora.

$$Cce_s = \frac{5000m \times h^{-1} \times 0,5m \times 0,70 \times 10h \times dia^{-1}}{10000} = 1,75Ha \times dia^{-1} \quad (13 \text{ ou mais linhas})$$

$$Cce_s = \frac{5000m \times h^{-1} \times 0,5m \times 0,65 \times 10h \times dia^{-1}}{10000} \cong 1,6Ha \times dia^{-1} \quad (\text{menos de 13 linhas})$$

Sabendo a capacidade de sementeira de cada linha de acordo com o tipo de sementeira pode-se fazer o dimensionamento do maquinário para a sementeira de cada fazenda. O período recomendado de plantio da região para a primeira safra é de 40 dias, sendo que em dias que chovem não é possível realizar a sementeira. Utilizando 50% da janela de plantio como dias efetivos de trabalho, teríamos 20 dias de janela de plantio.

No caso de aplicação de defensivos agrícolas a equação se faz por quantos hectares cada pulverizador consegue fazer por dia. No caso vamos trabalhar com pulverizadores de barras de 21 metros e barras de 27 metros, adotando uma velocidade média de 15 km por hora para o pulverizador com barras de 21 metros e uma velocidade de 17 km por hora para o pulverizador com 27 metros de barras e uma eficiência de campo de 0,70 cada, com uma jornada de trabalho de 8 horas diárias.

$$Cce_a = \frac{15000m \times h^{-1} \times 21m \times 0,63 \times 8h \times dia^{-1}}{10000} \cong 160Ha \times dia^{-1} \quad (\text{barra com 21 metros})$$

$$Cce_a = \frac{17000m \times h^{-1} \times 27m \times 0,63 \times 8h \times dia^{-1}}{10000} \cong 230Ha \times dia^{-1} \quad (\text{barra com 27 metros})$$

Sabendo que um pulverizador que possui 21 metros de barra consegue aplicar defensivos em 160 hectares por dia e um que possui 27 metros aplica 230 hectares por dia, podemos fazer o planejamento de quantos pulverizadores realmente são necessários para cada propriedade.

Foi adotada a eficiência de campo de 0,70 para a colheita e jornada de trabalho de 8 horas diárias. Com essas informações foi calculado o rendimento de colheita por pé da plataforma da colhedora, conforme dado pela equação abaixo:

$$Cce_c = \frac{5000m \times h^{-1} \times 0,3048m \times 0,70 \times 8h \times dia^{-1}}{10000} \cong 0,85Ha \times dia^{-1}$$

Conforme as condições climáticas locais, com base no rendimento diário de colheita e no planejamento de plantio, utilizando diferentes espécies e grupos de maturação, podemos estimar um período de colheitas de 90 dias, sendo que por condições climáticas a janela de colheita pode ser considerada 40 dias. Sabendo estes dados é possível realizar uma estimativa de quantas colhedoras serão necessárias para suprir o serviço nas propriedades.

Na fazenda Fuji não se realiza o cultivo de feijão por ser uma região com um maior histórico de veranicos em uma época onde normalmente o feijão é muito sensível a falta de água, todas as fazendas trabalham com culturas somente no sequeiro. Sabendo a situação de cada fazenda foram elaboradas as tabelas 6, 7 e 8, que apresentam a relação atual de maquinas das fazendas Fuji, Campeã e Pafe, respectivamente.

Tabela 6. Relação de maquinas da fazenda Fuji.

<b>Relação de maquinas da fazenda Fuji.</b>				
<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Características</b>	<b>Valor, R\$</b>
Trator	John Deere	2002	215 hp	80.000,00
Trator	Case Mx180	2012	180 hp	120.000,00
Trator	MF 680	2002	180 hp	65.000,00
Trator	MF 680	2002	180 hp	65.000,00
Trator	MF 680	2006	180 hp	75.000,00
Trator	NH 7630	2004	130 hp	50.000,00
Trator	Case Farm 80	2011	80 hp	40.000,00
Colheitadeira	Case 2388	2004	30 pés	320.000,00
Semeadora	Jumil Pneumatica	2008	15 linhas	60.000,00
Semeadora	Metasa Pdm 9810 Thunder	2006	16 linhas	50.000,00
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	13 linhas	40.000,00
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	13 linhas	40.000,00
Pulverizador	Case Patriot 350	2008	3500 L / 27 m	240.000,00
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2002	2000 lts / 21 m	120.000,00
Distribuidor	Piccin 7500	2010	7500 kg	10.000,00
Reboque	Stara Sfil	2002	16000 kg	50.000,00
Pipa	Pipa	2002	12000 lts	15.000,00
Subsolador	Stara Sfil	2002	11 hastes	10.000,00
Grade	Aradora	2002	16 discos	10.000,00
Grade	Niveladora	2002	68 discos	10.000,00
Camionete	F-1000			30.000,00
Benfeitoria	1 Cantina, 1 Alojamento, 1 Casa, 1 Barracão			-

Tabela 7. Relação de maquinas da fazenda Campeã.

<b>Relação de maquinas da fazenda Campeã</b>				
<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Características</b>	<b>Valor, R\$</b>
Trator	Muller TM 25	1990	235 Hp	60.000,00
Trator	Case MX 180	2011	180 Hp	120.000,00
Trator	MF 680	2006	180 Hp	75.000,00
Trator	Agrale Bx4130	1994	130 Hp	40.000,00
Trator	Ford 6600	1984	75 Hp	20.000,00
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2002	2000 lts / 21 mts	120.000,00
Semeadora	Metasa PDM 9810 thunder	2006	16 linhas	50.000,00
Semeadora	Vence tudo	2007	9 linhas	30.000,00
Semeadora	Baldan thunder	1990	20 linhas	45.000,00
Semeadora	Metasa PDM 9810	2008	11 linhas	35.000,00
Semeadora	Metasa PDM 9810	2008	11 linhas	35.000,00
Distribuidor	Jan	2009	10000 Kg	50.000,00
Colheitadeira	John Deere 1175	2002	19 pés	120.000,00
Pipa	Pipa	2006	6500 lts	8.000,00
Embegadera	Miac	2008	3000 Kg	10.000,00
Camionete	D-20	-	-	30.000,00

Tabela 8. Relação de maquinas da fazenda Pafe.

<b>Relação de maquinas da fazenda Pafe</b>				
<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Características</b>	<b>Valor, R\$</b>
Trator	NH 7630	2004	130 HP	50.000,00
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2004	2000 Lts / 21 mts	120.000,00
Semeadora	Semeato	2004	9 Linhas	30.000,00
Colheitadeira	Ideal 9075	1995	14 pés	50.000,00

As tabelas 9, 10 e 11 apresentam o gráfico de Gantt das fazendas Fuji, Campeã e Pafe, respectivamente. O gráfico de Gantt, demonstra um planejamento no qual está definido a janela para a execução das diversas operações no cultivo de grãos e a quantidade demandada de máquinas para que cada operação possa ser realizada dentro do período determinado.

A fazenda Fuji, representada na tabela 9, por possuir um solo mais arenoso e conseqüentemente menor capacidade de retenção de água não será cultivado feijão, tampouco a segunda safra de grãos. A cada ano dois terços da fazenda é plantada com soja e um terço com milho, realizando no espaço de três anos a rotação total da fazenda entre gramíneas e leguminosas.

Tabela 9. Gráfico de Gantt, fazenda Fuji (1200 há).

<b>Operação</b>	<b>Cultura</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>
Dessecação			■	■									
Semeadura	Milho		▨	▨									
	Soja			▩	▩								
Inseticida	Milho (2 x)			▨	▨								
	Soja (5 x)			▩	▩	▩	▩	▩					
Fungicida	Milho (1 x)					▨							
	Soja (2 x)					▩	▩						
Herbicida	Milho (1 x)			▨									
	Soja (1 x)				▩								
Adubação Cobertura	Milho			▨									
	Soja		▩										
Colheita	Milho							▨					
	Soja							▩	▩				
Necessidade de Maquinas	Tratores		4	4	3			1	1				
	Semeadoras		35 Linhas										
	Pulverizador		1	1	1	1	1	1					
	Distribuidor		1	1									
	Colheitadeira							2	2				

As fazendas Campeã e Pafe, representadas na tabela 10 e 11 respectivamente, possuem uma condição mais adequada para a produção de feijão, sendo assim ambas as fazendas a cada ano são plantados dois terços da fazenda com soja e um terço com feijão, na área onde se produziu o feijão é plantado uma segunda safra com a cultura do milho, realizando-se assim a rotação total da fazenda entre gramíneas e leguminosas no espaço de três anos.

Tabela 10. Gráfico de Gantt, fazenda Campeã (900 há)

Operação	Cultura	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Dessecação			■	■									
Semeadura	Milho						■						
	Soja			■	■								
	Feijão			■	■								
Inseticida	Milho (2 x)						■	■					
	Soja (5 x)			■	■	■	■	■					
	Feijão (4 x)			■	■	■	■						
Fungicida	Milho (1 x)							■					
	Soja (2 x)				■	■							
	Feijão (3 x)				■	■							
Herbicida	Milho (1 x)							■					
	Soja (1 x)				■								
	Feijão (1 x)				■								
Adubação Cobertura	Milho						■						
	Soja		■										
	Feijão		■	■									
Colheita	Milho										■		
	Soja							■	■				
	Feijão						■						
Necessidade De Maquinas	Tratores		4	4	4	1	1	1	1				
	Semeadoras		26 Linhas										
	Pulverizador		1	1	1	1	1	1					
	Distribuidor		1	1	1								
	Colheitadeira					1	1	1	1				

Tabela 11. Gráfico de Gantt, fazenda Pafe (300 há).

Operação	Cultura	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Dessecação			■	■									
Semeadura	Milho					■	■						
	Soja			■	■								
	Feijão			■	■								
Inseticida	Milho (2 x)						■	■					
	Soja (5 x)			■	■	■	■						
	Feijão (4 x)			■	■	■							
Fungicida	Milho (1 x)							■					
	Soja (2 x)				■	■							
	Feijão (3 x)				■	■							
Herbicida	Milho (1 x)						■						
	Soja (1 x)				■								
	Feijão (1 x)				■								
Adubação de Cobertura	Milho						■						
	Soja		■										
	Feijão			■	■								
Colheita	Milho							■			■		
	Soja							■	■				
	Feijão					■	■						
Necessidade de Máquinas	Tratores		3	3	3	1	1	1	1				
	Semeadoras		9 Linhas										
	Pulverizador		1	1	1	1	1	1					
	Distribuidor		1	1	1								
	Colheitadeira					1	1	1	1				

Para melhor visualizar as diferentes situações, foram realizados quatro cenários distintos, a saber:

- Cenário 1: Cultivo das três áreas existentes sem movimentação do maquinário,
- Cenário 2: Cultivo das três áreas existentes com movimentação do maquinário,
- Cenário 3: Arrendamento de uma quarta área de 1.200 há, sem movimentação do maquinário e,
- Cenário 4: Arrendamento de uma quarta área de 1.200 há, com movimentação do maquinário.

Para o primeiro cenário foi realizado um gráfico SWOT, demonstrado na tabela 12, para uma comparação das vantagens e desvantagens do sistema sugerido. Neste cenário o objetivo é avaliar a viabilidade da produção de grãos sem a movimentação do maquinário entre as três fazendas.

Tabela 12. Gráfico SWOT do cenário 1.

<b>Oferta</b>	<b>Strenghts</b>	<b>Weaknesses</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maior independência nas operações</li> <li>- Maior agilidade</li> <li>- Economia de frete</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capital parado</li> <li>- Mais funcionários</li> <li>- Maior gasto com manutenção</li> </ul>
<b>Demanda</b>	<b>Opportunities</b>	<b>Threats</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor exposição ao risco climático</li> <li>- Melhor aproveitamento da janela de plantio</li> <li>- Menor risco de erros de regulagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificuldade no gerenciamento da mão de obra</li> <li>- Dificuldade no gerenciamento do maquinário</li> </ul>

Podemos ver nas tabelas 13 a 16 qual seria o maquinário necessário para cada fazenda e quais estariam disponíveis para a venda. Sem realizar a movimentação de maquinário vai se ter uma maior independência climática, já em contra mão vai ter um maior capital parado e um maior gasto com funcionários, e uma estrutura menos centralizada.

Tabela 13. Necessidade de maquinário da fazenda Campeã sem movimentação de maquinas.

<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Características</b>	<b>Cenários</b>	<b>Sugestão</b>
Trator	Case MX 180	2011	180 Hp	Campeã	Manter
Trator	MF 680	2006	180 Hp	Campeã	Manter
Trator	Agrale Bx4130	1994	130 Hp	Campeã	Manter
Trator	Ford 6600	1984	75 Hp	Campeã	Manter
Semeadora	Metasa PDM 9810 thunder	2006	16 linhas	Campeã	Manter
Semeadora	Metasa PDM 9810	2008	11 linhas	Campeã	Manter
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2002	2000 lts	Campeã	Manter
Pipa	Pipa	2006	6500 lts	Campeã	Manter
Distribuidor	Jan	2009	10000 kg	Campeã	Manter
Embegadera	Miac	2008	3000 kg	Campeã	Manter
Camionete	D-20	-	-	Campeã	Manter
Colheitadeira	-----	-	30'	Campeã	Comprar

Tabela 14. Necessidade de maquinário da fazenda Fuji sem movimentação de máquinas

<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Características</b>	<b>Cenários</b>	<b>Sugestão</b>
Trator	John Deere	2002	215 hp	Fuji	Manter
Trator	Case Mx180	2012	180 hp	Fuji	Manter
Trator	NH 7630	2004	130 hp	Fuji	Manter
Trator	Case Farm 80	2011	80 hp	Fuji	Manter
Semeadora	Jumil Pneumatica	2008	15 linhas	Fuji	Manter
Semeadora	Baldan Thunder	1990	20 linhas	Fuji	Manter
Reboque	Stara Sfil	2002	16000 kg	Fuji	Manter
Pulverizador	Case Patriot 350	2008	3500 lts	Fuji	Manter
Pipa	Pipa	2002	12000 lts	Fuji	Manter
Colheitadeira	Case 2388	2004	30 pés	Fuji	Manter
Colheitadeira	Ideal 9075	1995	14 pés	Fuji	Manter
Camioneta	F1000	-		Fuji	Manter
Distribuidor	-----		10000 kg	Fuji	Comprar

Tabela 15. Necessidade de maquinário da fazenda Pafe sem movimentação de máquinas.

<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Características</b>	<b>Cenários</b>	<b>Sugestão</b>
Trator	MF 680	2006	180 hp	Pafe	Manter
Trator	NH 7630	2004	130 hp	Pafe	Manter
Semeadora	Metasa PDM 9810	2008	11 linhas	Pafe	Manter
Distribuidor	Piccin 7500	2010	7500 kg	Pafe	Manter
Colheitadeira	JohnDeere 1175	2002	19 pés	Pafe	Manter
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2002	2000 lts	Pafe	Manter
Trator	-----		75 hp	Pafe	Comprar

Tabela 16. Maquinário excedente, com valor sugerido para uma venda rápida.

<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Características</b>	<b>Sugestão</b>	<b>Valor, R\$</b>
Trator	MF 680	2002	180 hp	Venda	65.000,00
Trator	MF 680	2002	180 hp	Venda	65.000,00
Trator	Muller TM 25	1990	235 Hp	Venda	60.000,00
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	13 linhas	Venda	40.000,00
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	13 linhas	Venda	40.000,00
Semeadora	Metasa PDM 9810 thunder	2006	16 linhas	Venda	50.000,00
Semeadora	Vence tudo	2007	9 linhas	Venda	30.000,00
Semeadora	Semeato	2004	9 Linhas	Venda	30.000,00
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2002	2000 Lts	Venda	120.000,00
Subsolador	Stara Sfil	2002	11 hastes	Venda	10.000,00
Grade	Aradora	2002	16 discos	Venda	10.000,00
Grade	Niveladora	2002	68 discos	Venda	10.000,00
<b>Total</b>					<b>530.000,00</b>

No cenário 1, a venda de maquinário excedente pode render R\$ 530.000,00. Porém no planejamento para o pátio de máquinas das fazendas existia a necessidade da aquisição de 1 trator, 1 colheitadeira e 1 distribuidor de adubo a lanço. O valor demandado para a compra dessas máquinas usadas em bom estado seria de R\$ 410.000,00 ou R\$ 980.000,00 para a aquisição do trator, colheitadeira e distribuidor novos. Os custos de operação e o quadro de funcionários das fazendas nesse cenário são demonstrado respectivamente nas tabelas 17 e 18.

Tabela 17. Custos de operação das fazendas no cenário 1.

Fazenda	Mão de obra (R\$)	Insumos (R\$)	Diesel (R\$)	Arrendo (R\$)	Total (R\$)
Fuji	150.000,00	1.452.000,00	125.000,00	480.000,00	2.207.000,00
Campeã	85.000,00	1.089.000,00	94.000,00	-	1.268.000,00
Pafe	60.000,00	363.000,00	32.000,00	120.000,00	575.000,00
<b>Total</b>					<b>4.050.000,00</b>

Tabela 18. Quadro de funcionários das fazendas no cenário 1.

Fazenda	Quantidade de funcionários	Valor total (R\$)
Fuji	5 (3 operadores, 1 cozinheira, 1 gerente, para todas fazendas)	139.100,00
Campeã	4 (3 operadores, 1 cozinheira)	80.600,00
Pafe	3 (2 operadores, 1 cozinheira)	57.200,00

Cada fazenda precisa de um operador para cada conjunto de trator com plantadeira e um para o pulverizador, sendo que na época de maior número de operações são contratados diaristas, o salário com os impostos de um operador é de R\$ 1.800,00 e de uma cozinheira é R\$ 800,00 e o gerente recebe R\$ 4.500,00.

Para o segundo cenário também foi realizado um gráfico SWOT, que está demonstrado na tabela 19, visando a comparação das vantagens e desvantagens do sistema sugerido. Neste cenário o objetivo é avaliar a viabilidade da produção de grãos com a movimentação do maquinário, ou seja, tratando as propriedades como uma única.

Tabela 19. Gráfico SWOT do cenário 2.

<b>Oferta</b>	<b>Strenghts</b>	<b>Weaknesses</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menos mão de obra</li> <li>- Controle do maquinário centralizado</li> <li>- Menor custo fixo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor independência nas operações.</li> <li>- Custo com transporte de maquinas.</li> <li>- Perda de tempo para o transporte</li> </ul>
<b>Demanda</b>	<b>Opportunities</b>	<b>Threats</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor custo de manutenção</li> <li>- Menor perda por desvalorização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Condição climática de uma fazenda influi efeito em outra fazenda.</li> <li>- Acidentes no transporte do maquinário.</li> </ul>

No segundo cenário as operações vão estar mais suscetíveis a intempéries climáticas, como uma chuva em uma das fazendas impossibilitando o plantio e outra fazenda com um clima adequado para plantio. Porem vai se ter uma folha salarial mais reduzida e um maior controle da frota, uma única estrutura de manutenção, um menor custo fixo.

Para tentar contornar esse risco climático em cada fazenda se possui um conjunto trator e plantadeira terminando a semeadura em algum local se movimenta esse conjunto para a fazenda onde não finalizou o trabalho ainda. No caso do pulverizador a fazenda Fuji trabalha com o Uniport exclusivamente, e o Patriot se movimenta entre a campeã e a pafe. Já para a colheita as colheitadeiras se movimentam entre todas as fazendas de forma igual. Podemos ver nas tabelas 20 e 21 respectivamente qual seria o maquinário necessário e quais estariam disponíveis para a venda.

Tabela 20. Necessidade de maquinário para o conjunto de três fazendas.

<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Características</b>	<b>Cenários</b>	<b>Sugestão</b>
Trator	John Deere	2002	215 hp	Junção	Manter
Trator	Case Mx180	2012	180 hp	Junção	Manter
Trator	NH 7630	2004	130 hp	Junção	Manter
Trator	Case Farm 80	2011	80 hp	Junção	Manter
Trator	Case MX 180	2011	180 hp	Junção	Manter
Trator	MF 680	2006	180 hp	Junção	Manter
Trator	NH 7630	2004	130 hp	Junção	Manter
Trator	Ford 6600	1984	75 hp	Junção	Manter
Colheitadeira	Case 2388	2004	30 Pés	Junção	Manter
Colheitadeira	JohnDeere 1175	2002	19 Pés	Junção	Manter
Pulverizador	Case Patriot 350	2008	3500 lts	Junção	Manter
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2002	2000 lts	Junção	Manter
Semeadora	Jumil Pneumática	2008	15 linhas	Junção	Manter
Semeadora	Baldan Thunder	1990	20 linhas	Junção	Manter
Semeadora	Metasa PDM 9810 thunder	2006	16 linhas	Junção	Manter
Semeadora	Metasa PDM 9810 thunder	2006	16 linhas	Junção	Manter
Distribuidor	Piccin 7500	2010	7500 Kg	Junção	Manter
Distribuidor	Jan	2009	10000 kg	Junção	Manter
Embegadera	Miac	2008	3000 kg	Junção	Manter
Pipa	Pipa	2002	12000 lts	Junção	Manter
Pipa	Pipa	2006	6500 lts	Junção	Manter
Reboque	Stara Sfil	2002	16000 kg	Junção	Manter
Camioneta	F1000	-	-	Junção	Manter
Colheitadeira	Case/JohnDeereSts		30 Pés	Junção	Comprar
Distribuidor	-----		10000 kg	Junção	Comprar

Tabela 21. Maquinário excedente, com valor sugerido para uma rápida venda

<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Característica</b>	<b>Sugestão</b>	<b>Valor,R\$</b>
Trator	Muller TM 25	1990	235 Hp	Venda	60.000,00
Trator	MF 680	2006	180 Hp	Venda	80.000,00
Trator	MF 680	2002	180 hp	Venda	65.000,00
Trator	MF 680	2002	180 hp	Venda	65.000,00
Trator	Agrale Bx4130	1994	130 Hp	Venda	40.000,00
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	13 linhas	Venda	40.000,00
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	13 linhas	Venda	40.000,00
Semeadora	Metasa PDM 9810	2008	11 linhas	Venda	35.000,00
Semeadora	Metasa PDM 9810	2008	11 linhas	Venda	35.000,00
Semeadora	Vence tudo	2007	9 linhas	Venda	30.000,00
Semeadora	Semeato	2004	9 Linhas	Venda	30.000,00
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2002	2000 lts	Venda	120.000,00
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2002	2000 Lts	Venda	120.000,00
Subsolador	Stara Sfil	2002	11 hastes	Venda	10.000,00
Grade	Aradora	2002	16 discos	Venda	10.000,00
Grade	Niveladora	2002	68 discos	Venda	10.000,00
Camionete	D-20	-	-	Venda	30.000,00
Colheitadeira	Ideal 9075	1995		Venda	50.000,00
<b>Total</b>					<b>870.000,00</b>

No cenário 2, o trabalho seria realizado como se as fazendas fossem uma única propriedade, ou seja, o pátio de máquinas seria um único e todas operações seriam escalonadas, com isso a quantidade de máquina demandada reduz, sendo necessário somente a aquisição de uma colheitadeira e um distribuidor.

A venda do maquinário existente resultaria em um maior retorno de capital, o valor de aquisição do maquinário necessário para a adequação seria de R\$ 370.000,00 em caso de máquinas usadas em bom estado de conservação. Já para aquisição de maquinário novo seriam necessários R\$ 900.000,00.

No cenário 2 a necessidade de máquinas é menor, mas existe um custo adicional de frete já que a movimentação de maquinário será intensa, considerando o preço médio de frete praticado na região de R\$ 4,00 por km.

No plantio serão necessárias quatro viagens de 120 km entre as fazendas Fuji e Campeã e quatro viagens de 60 km entre a Campeã e a Pafe, mais quatro retornos de 180 km para a fazenda Fuji, perfazendo um total de 1.440 km. No cultivo serão necessários oito transportes, com retorno, entre a fazenda Campeã e a fazenda Pafe para o transporte de um pulverizador e um distribuidor de adubo, perfazendo um total de 960 km. Para a colheita mais três fretes entre as fazendas para transporte das colheitadeiras totalizando uma distancia de 1.080 km.

Deve-se considerar a quilometragem percorrida do local de contratação da prancha ate a fazenda e o retorno, considerando a cidade de Formosa-GO, localizada respectivamente a 250 km, 200 km e 100 km das fazendas Fuji, Campeã e Pafe, como o local de contratação das pranchas. Então deve-se adicionar 10.100 km para se calcular quanto seria gasto com frete. A quantidade total de quilômetros rodados para toda essa movimentação é dado pela soma dos valores a seguir:

$$1440 + 960 + 1080 + 10100 = 13580$$

Tomando o custo do frete em R\$ 4,00 por km teríamos um dispêndio de capital equivalente a R\$ 54.320,00 para realizar toda a movimentação necessária terceirizando o transporte. Este valor justifica a compra de uma caminhão prancha usado, avaliado em torno de R\$ 100.000,00 ou R\$ 300.000,00 um novo, de acordo com preço praticado no mercado atual. No momento que se tem a disponibilidade do caminhão em qualquer hora que for necessário é possível fazer um escalonamento das operações das fazendas e melhor transporte das máquinas. Além disso, o risco devido a ocorrência de clima ruim, o que pode atrasar alguma operação, fica menor e elimina a necessidade de contratação de frete. Esse caminhão seria operado por um dos funcionários das fazendas, pratica usual já que muitos funcionários possuem habilitação para tal.

Então o valor para adequação do maquinário fica em R\$ 470.000,00 para máquinas usadas ou R\$ 1.200.000,00 para máquinas novas. O custo de operação de cada safra pode ser demonstrado na tabela 22 e o quadro de funcionários na tabela 23.

Tabela 22. Custos de operação das fazendas no cenário 2.

<b>Fazenda</b>	<b>Insumos, R\$</b>	<b>Diesel, R\$</b>	<b>Arrendo, R\$</b>	<b>Total, R\$</b>	<b>Mão de obra, R\$</b>
Fuji	1.452.000,00	135.000,00	480.000,00	2.057.000,00	230.000,00
Campeã	1.089.000,00	94.000,00	-	1.183.000,00	
Pafe	363.000,00	32.000,00	120.000,00	515.000,00	
<b>Total</b>					<b>R\$ 3.995.000,00</b>

Tabela 23. Quadro de funcionários das fazendas no cenário 2.

<b>Fazenda</b>	<b>Quantidade de funcionários</b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
Todas	8 (6 operadores, 1 cozinheira e 1 gerente)	209.300,00

Cada fazenda precisa de um operador para cada conjunto de trator com plantadeira e um para o pulverizador, sendo que na época de maior número de operações são contratados diaristas. Neste cenário um dos operadores também é o motorista do caminhão utilizado para realizar a movimentação do maquinário.

O terceiro cenário trata da viabilidade de expansão de área em 1.200 ha, em uma quarta área arrendada localizada no mesmo trajeto das fazendas. Além do custo extra anual deveria ser analisado como ficaria o desenho do pátio de máquinas, sem a movimentação de máquinas com essa nova fazenda no conjunto.

O desenho do pátio de máquinas sem a movimentação do maquinário não ocorreria alteração alguma nas outras fazendas, as tabelas 24 e 25 demonstram, respectivamente, como seria esse quarto pátio de máquinas e quais foram os maquinários excedentes que seriam colocados à venda.

Tabela 24. Necessidade de maquinário da nova fazenda sem movimentação de máquinas

<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Características</b>	<b>Cenários</b>	<b>Sugestão</b>
Trator	MF 680	2002	180 hp	Expansão	Manter
Trator	MF 680	2002	180 hp	Expansão	Manter
Semeadora	Metasa PDM 9810 Thunder	2006	16 linhas	Expansão	Manter
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	13 linhas	Expansão	Manter
Semeadora	Vence Tudo	2007	9 linhas	Expansão	Manter
Pulverizador	Jacto Uniport	2002	2000 lts	Expansão	Manter
Trator	-----		130 hp	Expansão	Comprar
Trator	-----		130 hp	Expansão	Comprar
Trator	-----		80 hp	Expansão	Comprar
Pipa	-----		12000 lts	Expansão	Comprar
Colheitadeira	-----			Expansão	Comprar
Distribuidor	-----		10000 kg	Expansão	Comprar
Embegadeira	-----			Expansão	Comprar

Tabela 25. Maquinário excedente, com valor sugerido para uma rápida venda.

<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Características</b>	<b>Sugestão</b>	<b>Valor, R\$</b>
Trator	Muller TM 25	1990	235 Hp	Venda	60.000,00
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	13 linhas	Venda	50.000,00
Semeadora	Semeato	2004	9 Linhas	Venda	30.000,00
Subsolador	Stara Sfil	2002	11 hastes	Venda	10.000,00
Grade	Aradora	2002	16 discos	Venda	10.000,00
Grade	Niveladora	2002	68 discos	Venda	10.000,00
<b>Total</b>					<b>220.000,00</b>

Para a expansão de mais um fazenda sem a movimentação de maquinário a necessidade de capital para aquisição de maquinário necessários para a operação nessa única fazenda seria de R\$ 550.000,00 em caso de aquisição de máquinas usadas, já para aquisição do maquinário novo o valor seria de R\$ 1.280.000,00. A esse valor deve ser somado os valores de aquisição do cenário 1, então o dispêndio total necessário para a expansão de mais uma fazenda sem realizar a movimentação de maquinário seria de R\$ 960.000,00 em caso de máquinas usadas e de R\$ 2.260.00,00 para máquinas novas.

O custo de operação das fazendas já existentes com a expansão de mais uma área é demonstrado abaixo na tabela 26 e o quadro de funcionários esta demonstrado na tabela 27.

Tabela 26. Custos de operação das fazendas no cenário 3.

Fazenda	Mão de obra (R\$)	Insumos (R\$)	Diesel (R\$)	Arrendo (R\$)	Total (R\$)
Fuji	150.000,00	1.452.000,00	125.000,00	480.000,00	2.207.000,00
Campeã	85.000,00	1.089.000,00	94.000,00	-	1.268.000,00
Pafe	60.000,00	363.000,00	32.000,00	120.000,00	575.000,00
Expansão	110.000,00	1.452.000,00	125.000,00	480.000,00	2.167.000,00
<b>Total</b>					<b>6.217.000,00</b>

Tabela 27. Quadro de funcionários das fazendas no cenário 3.

Fazenda	Quantidade de funcionários	Valor total (R\$)
Fuji	5 (3 operadores, 1 cozinheira e 1 gerente de todas fazendas)	139.100,00
Campeã	4 (3 operadores, 1 cozinheira)	80.600,00
Pafe	3 (2 operadores, 1 cozinheira)	57.200,00
Expansão	5 (4 operadores, 1 cozinheira)	104.000,00

Cada fazenda precisa de um operador para cada conjunto de trator com plantadeira e um para o pulverizador, sendo que na época de maior numero de operações são contratados diaristas, o salário com os impostos de um operador é de R\$ 1.800,00 o de uma cozinheira é R\$ 800,00 e o gerente recebe R\$ 4.500,00.

O quarto cenário trata da viabilidade de expansão na mesma área do terceiro cenário agora realizando a movimentação de máquinas. Além do custo extra anual deveria ser analisado como ficaria o desenho do pátio de máquinas, com essa nova fazenda no conjunto. A movimentação de maquinário segue a mesma lógica do segundo cenário no plantio e na colheita, na pulverização a fazenda Fuji e a Expansão cada uma fica com um Uniport fixo, e o Patriot se movimenta entre a Campeã e a Pafe.

Tabela 28. Necessidade de maquinário para o conjunto de fazendas.

<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Características</b>	<b>Cenários</b>	<b>Sugestão</b>
Trator	John Deere	2002	215 hp	Junção	Manter
Trator	Case Mx 180	2012	180 hp	Junção	Manter
Trator	Case Mx 180	2011	180 Hp	Junção	Manter
Trator	MF 680	2006	180 Hp	Junção	Manter
Trator	MF 680	2002	180 hp	Junção	Manter
Trator	MF 680	2002	180 hp	Junção	Manter
Trator	MF 680	2006	180 hp	Junção	Manter
Trator	NH 7630	2004	130 HP	Junção	Manter
Trator	NH 7630	2004	130 hp	Junção	Manter
Trator	Case Farm 80	2011	80 hp	Junção	Manter
Colheitadeira	Case 2388	2004	30 Pés	Junção	Manter
Colheitadeira	JohnDeere 1175	2002	19 Pés	Junção	Manter
Colheitadeira	Ideal 9075	1995	14 Pés	Junção	Manter
Pulverizador	Case Patriot 350	2008	3500 lts	Junção	Manter
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2002	2000 lts	Junção	Manter
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2002	2000 lts	Junção	Manter
Semeadora	Baldan Thunder	1990	20 linhas	Junção	Manter
Semeadora	Metasa PDM 9810 thunder	2006	16 linhas	Junção	Manter
Semeadora	Metasa PDM 9810 thunder	2006	16 linhas	Junção	Manter
Semeadora	Jumil Pneumatica	2008	15 linhas	Junção	Manter
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	13 linhas	Junção	Manter
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	13 linhas	Junção	Manter
Semeadora	Metasa PDM 9810	2008	11 linhas	Junção	Manter
Distribuidor	Piccin 7500	2010	7500 Kg	Junção	Manter
Distribuidor	Jan	2009	15000 kg	Junção	Manter
Embegadera	Miac	2008	3000 kg	Junção	Manter
Pipa	Pipa	2002	12000 lts	Junção	Manter
Pipa	Pipa	2006	6500 lts	Junção	Manter
Reboque	Stara Sfil	2002	16000 kg	Junção	Manter
Camioneta	F1000	-		Junção	Manter
Colheitadeira	-----		30 Pés	Junção	Comprar
Colheitadeira	-----		30 Pés	Junção	Comprar
Distribuidor	-----		10000 kg	Junção	Comprar
Caminhão	Prancha			Junção	Comprar

Tabela 29. Maquinário excedente, com valor sugerido para uma venda rápida

<b>Maquina</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Ano</b>	<b>Característica</b>	<b>Sugestão</b>	<b>Valor,R\$</b>
Trator	Muller TM 25	1990	235 Hp	Venda	60.000,00
Trator	Agrale Bx4130	1994	130 Hp	Venda	40.000,00
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	13 linhas	Venda	40.000,00
Semeadora	Metasa PDM 9810	2008	11 linhas	Venda	35.000,00
Semeadora	Vence tudo		9 linhas	Venda	30.000,00
Semeadora	Semeato		9 Linhas	Venda	30.000,00
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2002	2000 Lts	Venda	120.000,00
Subsolador	Stara Sfil	2002	11 hastes	Venda	10.000,00
Grade	Aradora	2002	16 discos	Venda	10.000,00
Grade	Niveladora	2002	68 discos	Venda	10.000,00
Camionete	D-20	-	-	Venda	30.000,00
Colheitadeira	Ideal 9075			Venda	50.000,00
<b>Total</b>					<b>475.000,00</b>

Para a expansão de mais um fazenda com a movimentação de maquinário a necessidade de capital para aquisição de maquinário para a operação nas fazendas seria de R\$ 690.000,00 em caso de aquisição de maquinas usadas, já para aquisição do maquinário todo novo o valor seria de R\$ 1.700.000,00. A única prancha é o suficiente para realizar o transporte entre as fazendas, com a prancha o custo total de aquisição para máquinas usadas seria de R\$ 790.000,00 ou R\$ 2.000.000,00 para novas. O custo de operação do grupo de fazendas esta descrito na tabela 30.

Tabela 30. Custos de operação das fazendas no cenário 4.

<b>Fazenda</b>	<b>Insumos, R\$</b>	<b>Diesel, R\$</b>	<b>Arrendo, R\$</b>	<b>Total, R\$</b>	<b>Mão de obra, R\$</b>
Fuji	1.452.000,00	135.000,00	480.000,00	2.057.000,00	330.000,00
Campeã	1.089.000,00	94.000,00	-	1.183.000,00	
Pafe	363.000,00	32.000,00	120.000,00	515.000,00	
Expansão	1.452.000,00	125.000,00	480.000,00	2.057.000,00	
<b>Total</b>					<b>R\$ 6.152.000,00</b>

Tabela 31. Quadro de funcionários das fazendas no cenário 2.

<b>Fazenda</b>	<b>Quantidade de funcionários</b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
Todas	12 (10 operadores, 1 cozinheiras e 1 gerente)	313.300,00

Cada fazenda precisa de um operador para cada conjunto de trator com plantadeira e um para o pulverizador, sendo que na época de maior numero de operações são contratados diaristas. Neste cenário um dos operadores também é o motorista do caminhão utilizado para realizar a movimentação do maquinário.

As tabelas 17, 22, 26 e 30 mostram que a diferença do custo total entre realizar ou não a movimentação de máquinas entre fazendas apresenta uma leve economia em favor da realização do transporte de maquinário. Apesar de se ter um custo maior de óleo diesel a economia com mão de obra compensa esse custo nos cenários 2 e 4. A compra de uma caminhão prancha usado apresentou menores custos do que a terceirização do transporte, desde que operado por um tratorista das fazendas, sendo este caso considerado para a análise realizada acima.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, a diferença do custo das operações com ou sem a movimentação de maquinário independente da expansão da área e apresentou pequena diferença em favor da movimentação do maquinário. Entre outros fatores, sem a movimentação há um custo salarial maior, enquanto com a movimentação há um custo adicional em óleo diesel para o transporte de máquinas.

Com a movimentação da frota a utilização do maquinário é otimizada, há um dispêndio menor de recursos para a aquisição de máquinas, especialmente quando ocorre a expansão da área e a venda das máquinas excedentes gera um valor arrecadado superior ao sem movimentação, independente da expansão.

A expansão da área apresentou melhor relação custo benefício com a movimentação de maquinário, pois a arrecadação com a venda de maquinário excedente é superior e possui menor custo para aquisição de máquinas que o sem movimentação.

A aquisição de um caminhão prancha usado se mostrou viável pelo alto custo da terceirização do frete e por estar sempre disponível, ficando a movimentação das máquinas mais rápida e possível de ser realizada a qualquer momento. Entretanto, deverá ser operado por um tratorista da fazenda para diminuir os custos da contratação de um motorista específico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALASTREIRE, L. Máquinas Agrícolas. São Paulo: Manole, 1987.

BARGER, E. L.; LILJEDHL, J. B.; CALLETON, W. M.; MCHIBBEN, E. G. Tratores e seus motores. São Paulo, Ed Gard Blucher, 1963. In: OLIVEIRA, M. D. M.. Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: avaliação de uma frota. 2000. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11148/tde-11032002-112718/>>. Acesso em: 2014-06-05

EDWARDS, W. Farm Machinery Selection. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM952.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2013. 8p

EDWARDS, W. Estimating Farm Machinery Costs. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM710.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2013. 8p

FAGIOLI, M. Por que buscar a escolha correta de um cultivar de soja. *InteRural*. n.34, p.34-35, jun. 2010

GIMENEZ, L.M.; MILAN, M. Diagnóstico da mecanização em uma região produtora de grãos. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.1, p.210-219, jan./abr. 2007.

HANNA, M.; AYRES, G.; WILLIAMS, D. Estimating field capacity of farm machines. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM696.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2013. 4p

MILAN, M. Desempenho operacional e econômico de sistemas mecanizados agrícolas. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Milan/ler5852/DesCustOp.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2014.

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

TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J.; BEFORT, B.L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture: *PNAS* 2011 108 (50) 20260-20264; published ahead of print November 21, 2011, doi:10.1073/pnas.1116437108