

(DOI): 10.5935/PAeT.V9.N3.02

Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, Guarapuava-PR, v.9, n.3, p.17-26, 2016

Cientific Paper

Resumo

O planejamento das operações agrícolas, dimensionamento e conhecimento dos custos com máquinas são etapas fundamentais para o sucesso produtivo e econômico na produção de grãos, principalmente quando as áreas estão distantes e há a necessidade de arrendamento. O objetivo deste trabalho é verificar a viabilidade econômica do cultivo de grãos com e sem o traslado de máquinas entre áreas de produção e o arrendamento de propriedade. Foi realizado um estudo de caso num conjunto de três fazendas afastadas entre si e o arrendamento de uma quarta. Foram coletados dados sobre o maquinário existente e a necessidade de máquinas para a execução das atividades. Os dados foram tabulados em quatro cenários para análise, utilizado o gráfico de Gantt e a análise SWOT para auxiliar na tomada de decisão. Com a movimentação, a frota é mais bem aproveitada, o custo operacional e os investimentos em aquisição são menores, bem como a venda de máquinas excedentes gera uma receita extra para reestruturação da frota. Há um maior custo salarial sem a movimentação da frota, enquanto que com a movimentação há um custo adicional em óleo diesel e a aquisição de um caminhão prancha para o transporte entre fazendas. O custo total com ou sem a expansão da área é menor com o traslado de máquinas entre as propriedades.

Palavras chave: Gerenciamento, Frota, Custo, Logística

Viabilidade do traslado de máquinas para o cultivo de grãos em áreas afastadas

Francisco Faggion¹

Paulo Andrade Rezende Neto²

Tiago Pereira da Silva Correia¹

Samuel Martin¹

Feasibility of machinery transfer for growing grain in distant areas

Abstract

The planning of agricultural operations, sizing and knowledge of machine costs are fundamental steps for productive and economic success in grain production, especially when the areas are distant and there is a need for leasing. The objective of this work is to verify the economic viability of grain cultivation with and without the transfer of machines between production areas and the lease of property. A case study was carried out on a set of three separate farms and the lease of a fourth one. Data were collected on the existing machinery and the need for machines to carry out the activities. The data were tabulated in four scenarios, it was used a Gantt graphic and SWOT analysis for decision making. With the movement, the fleet is better used, the total operational cost and the investments in acquisition are smaller, as well as the sale of surplus machinery generates an extra revenue for restructuration the fleet. There is a higher wage cost without moving the fleet, while with the move there is an additional cost in diesel oil and the acquisition of a truck board for transportation between farms. The total cost with or without the expansion of the area is smaller with the transfer of machines between the properties.

Key words: Management, Set, Costs, Logistics

Viabilidad del traslado de máquinas para el cultivo de granos en áreas apartadas

Resumen

El costo de la mecanización en las propiedades agrícolas es elevado y muchas veces puede ser reducido con la movilización de máquinas entre haciendas. El objetivo de este trabajo es verificar la viabilidad económica

Received at: 13/05/16

Accepted for publication at: 05/12/16

1 Eng. Agrônomo Prof. Dr. - Universidade de Brasília Campus Darcy Ribeiro - ICC Sul, Asa Norte, CEP:70.910-900, Brasília, DF, Brasil; Email: faggion@yahoo.com, tiagocorreia@unb.br, samuelmartin@unb.br.

2 Eng. Agrônomo - universidade de Brasília Campus Darcy Ribeiro - ICC Sul, Asa Norte, CEP: 70.910-900, Brasília, DF, Brasil; Email:paulorezendeneto@gmail.com.

Applied Research & Agrotechnology v9 n3 sep/dec. (2016)

Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548

del cultivo de granos en áreas apartadas con o sin la movilización de maquinaria. Por lo tanto fue realizado un estudio con un conjunto de haciendas donde fueron recolectados diferentes datos sobre las actividades y maquinas existentes en las haciendas. Estos fueron tabulados para la elaboración de cuatro diferentes escenarios para ser analizados para la tomada de decisiones sobre las diferentes posibilidades de cultivo de áreas. Los resultados muestran que la diferencia del costo total con o sin la movilización de maquinaria independiente de la expansión, pues presento pequeñas diferencias en favor de la movilización de las máquinas. Con la movilización de la flota la utilización de la maquinaria es optimizada, hay una disposición menor de recursos para la adquisición de máquinas y la venta de las excedentes genera un valor recatado superior al sin movilización. La expansión de la área solamente se mostró viable con la movilización de maquinarias ya que el costo para adquisición de máquinas seria elevado sin movilización.

Palabras claves: flota de máquinas agrícolas, Costo, Logística.

Introdução

O Brasil possui imensa área agricultável que utilizada com tecnologia adequada pode produzir grãos e fibras com rentabilidade acima da média mundial. Isto pode ajudar a atender à crescente demanda mundial por alimentos citada por TILMAN et al. (2011). A gestão ineficiente das operações agrícolas mecanizadas pode levar o agricultor a não ter sustentabilidade no negócio (PELOIA e MILAN, 2010).

O custo com a mecanização no cultivo de soja pode chegar a 28,47% (CASTRO et al., 2006), de arroz irrigado a 30% (ARALDI et al., 2013), numa unidade sucroalcooleira a 45% (BANCHI et al., 2015), em relação ao custo de produção. Segundo MILAN (2016), dependendo da cultura, este custo pode representar de 20 a 40%, sendo que para GIMENEZ e MILAN (2007), este é o maior investimento depois da terra.

Caso tenha maquinário próprio, os custos são diretos (fixos) e indiretos ou operacionais (variáveis), de acordo com EDWARDS (2015a). Os fixos referem-se ao tempo de propriedade da máquina e independem do uso: depreciação, juros, taxas, seguro, alojamento e de oportunidade. Os custos variáveis são proporcionais a utilização da máquina: combustível, lubrificantes, manutenção, reparos e mão-de-obra.

Para EDWARDS (2015b), é possível contabilizar, ainda, o custo de pontualidade, perdas financeiras devidas ao planejamento e dimensionamento inadequado da frota. Esta ineficiência causa redução na produtividade da cultura e/ou na sua qualidade devido a não pontualidade na realização das operações.

Este autor esclarece que em determinadas situações, máquinas muito grandes farão com que os custos de posse sejam desnecessariamente elevados no longo prazo; enquanto máquinas muito pequenas

podem reduzir a produtividade das culturas ou a qualidade das operações.

Normalmente as fazendas possuem máquinas acima do necessário, o que significa capital parado. O arrendamento de novas áreas para cultivo exige aquisições e até o traslado de máquinas. PIACENTINI et al. (2012), descrevem que a seleção e a otimização de sistemas mecanizados são os principais objetivos da mecanização racional.

Segundo MIALHE (1974) e HUNT (1995), o planejamento das operações permite contabilizar o tempo disponível para as suas realizações e o desempenho operacional de cada máquina pode ser conhecido pelas características dimensionais, velocidade de deslocamento e eficiência de campo. A partir destas informações o tamanho ideal da frota e seus custos podem ser conhecidos, sendo cruciais para a tomada de decisão de adquirir, trocar, transladar máquinas ou comprar serviços.

Os tempos gastos com máquinas podem ser divididos em despendido com traslado, preparação, regulagens, manobras e manutenção e tempo produtivo, aquele em que a máquina está realizando a função para a qual foi verdadeiramente projetada.

Segundo ARTUZO et al. (2015), o dimensionamento, por meio de parâmetros técnicos, contribui para a racionalização na seleção de máquinas e de implementos agrícolas, evitando o superdimensionamento e o aumento dos custos fixos de produção. Isto torna a gestão de uma propriedade rural mais fácil e segura, especialmente em áreas desmembradas com arrendamento.

Cada região possui uma janela de clima ou dias de trabalho para se realizar as tarefas envolvidas na produção. Na região do nordeste do estado de Goiás e noroeste de Minas Gerais, o período chuvoso começa em meados de outubro. É aconselhável começar a semeadura da soja somente após o dia 15 de outubro e terminar até o dia 30 de novembro (FAGIOLI, 2010).

Para propor a otimização da frota de uma ou um grupo de propriedades 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.

O objetivo deste trabalho é verificar a viabilidade do cultivo de grãos (milho, soja e feijão) em três áreas já cultivadas afastadas entre si e a inclusão de uma quarta área a ser arrendada, com ou sem a movimentação de maquinário entre as fazendas.

Material e métodos

Para a realização deste trabalho foram estudadas três áreas distintas de um mesmo proprietário, sendo elas a fazenda Pafe, Campeã e Fuji, localizadas respectivamente nos municípios de Serra Bonita - MG, Formoso - MG e Mambai - GO, separadas de 60 a 180 km. Além dessas, foi estudado a possibilidade de arrendamento de outra área próxima à Campeã localizada no percurso entre esta e a Fuji para a expansão da área de cultivo.

Conforme a classificação Köppen-Geiger, o clima da região onde estão as propriedades é o tropical com estação seca (Aw). Os solos das áreas, classificados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), tem predominância de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com relevo suave ondulado.

Foram coletados dados junto ao gerente das fazendas sobre o maquinário existente em cada uma delas, seu valor atual, consumo de combustível, idade do maquinário e mão de obra necessária para conduzir as operações. Posteriormente, com o proprietário das fazendas, foram obtidos os dados sobre o custo com insumos, óleo diesel, folha salarial e frete, produtividade média e faturamento no ano safra 2012-2013.

Os dados do maquinário de cada fazenda foram tabulados em planilhas. Foi calculada a capacidade de campo efetiva de cada máquina ou conjunto trator-implemento nas diferentes configurações e utilizações. Foi elaborado um gráfico de Gantt para cada fazenda a fim de definir a real necessidade de maquinário. Com isso fez-se a redistribuição das máquinas entre as fazendas e as sugestões de venda e aquisição.

Para auxiliar na análise e tomada de decisão

foram montados quatro cenários: 1) cultivar as três áreas existentes sem traslado de máquinas, 2) cultivar as três áreas existentes com traslado de máquinas, 3) arrendar a quarta área sem traslado de máquinas e 4) arrendar a quarta área com traslado de máquinas.

Foi realizada a análise SWOT (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças) de cada cenário para facilitar a visualização de cada realidade e proposta a adoção da melhor situação tanto de trabalho, quanto financeira, com os menores custos para a execução das atividades.

Para a realização da semeadura e colheita, foi considerado o período de tempo disponível de 20 e 40 dias, respectivamente. A jornada de trabalho adotada foi de 12 horas diárias, prática permissível judicialmente devido às fazendas realizarem banco de horas com os trabalhadores.

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, adaptada de BALASTREIRE (2005) e HANNA (2014).

$$Cce = (Vel \times Esp \times Efc \times CH) \times 10.000^{-1}$$

Onde

$$Cce = Cpdd \text{ de campo efetiva, ha.dia}^{-1}$$

Vel = Velocidade, m h⁻¹

Esp = Espaçamento, m

Efc = Eficiência de campo, %

Ch = Carga horária diária, h dia⁻¹

Dentre os fatores ligados ao custo fixo do maquinário a depreciação das máquinas foi calculada seguindo a proposta apresentada por EDWARDS (2015a), que atribui o valor de venda das máquinas usadas através de percentuais do preço das novas, de acordo com o ano de fabricação e a média de horas utilizadas por ano.

Através de tabelas e equações, foram calculados o fator de recuperação de capital, o custo de oportunidade ou juros, a recuperação de capital, que é a junção do valor de depreciação e dos juros ou em outras palavras, é o quanto se deve separar no ano para pagar o valor perdido devido a depreciação e a taxa de juros. A recuperação de capital foi calculada utilizando a Equação 2, adaptada deste autor.

$$RC = [(D \times FRC) + (VA \times TJ)] \times Hua^{-1}$$

Onde,

RC = Recuperação de capital, R\$ h⁻¹

D = Depreciação, R\$ ano⁻¹

FRC = Fator de recuperação de capital, R\$ ano⁻¹

VA = Valor atual da máquina, R\$

TJ = Taxa de juros, %

Hua = Horas de uso por ano, h ano⁻¹

O alojamento e o seguro foram calculados conforme descrito por PACHECO (2000), utilizando a taxa de 2% ao ano, conforme a Equação 3.

$$AS = (0,02 \times P) \times Vu$$

Onde,

AS = Alojamento e seguro, R\$ h⁻¹

P = Preço de aquisição, R\$

Vu = Vida útil em horas, h

Para se obter o custo fixo do maquinário foi utilizada a equação 4:

$$E = R + A$$

Onde,

CF = Custo fixo, R\$ h⁻¹

RC = Recuperação de capital, R\$ h⁻¹

AS = Alojamento e seguro, R\$ h⁻¹

O custo variável (combustíveis, lubrificantes, reparos e manutenção e salário do tratorista) foram calculados de acordo com (PACHECO, 2000), conforme equações 5 e 6.

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

Onde,

CV = Custo variável, R\$ h⁻¹

C = Combustível, R\$ L⁻¹

L = Lubrificantes, R\$ h⁻¹

RM = Reparos e manutenção, R\$ h⁻¹

ST = Salário do tratorista, R\$ h⁻¹

Para o cálculo do custo com combustíveis por cv, foi utilizada a equação 6:

$$C = (0,2 \times POT_{BT}) \times R\$b$$

Onde,

C = Combustível, R\$ h⁻¹

POTBT = Potência na barra de tração, cv

R\$cb = Preço do combustível, R\$ L⁻¹

Segundo EDWARDS (2015a) o custo com lubrificantes fica em torno de 15% do valor total gasto em combustível, tendo sido utilizada a equação 7 para o cálculo.

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

Onde,

L = Lubrificantes, R\$ h⁻¹

C = Combustível, R\$ h⁻¹

Segundo BARGER et al. (1963), podemos estimar o custo anual com reparos e manutenção em torno de 3,5% do custo de aquisição do equivalente novo, conforme equação 8.

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

Onde,

RM = Reparos e manutenção, R\$ ano⁻¹

CA = Custo de aquisição do equivalente novo, R\$ ano⁻¹

O último fator considerado nos custos variáveis é o salário e encargos trabalhistas do tratorista, que foi calculado pela Equação 9, adaptada de (PACHECO, 2000).

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

Onde,

ST = Salário do tratorista, R\$ ano⁻¹

SM = Salário mínimo, R\$

Resultados e discussão

Neste estudo de caso as benfeitorias foram descritas, entretanto não foram consideradas para a realização das análises. A tabela 1 apresenta a

distância, em quilômetros, entre as propriedades estudadas.

Verifica-se que as fazendas estão afastadas no mínimo 20 e no máximo 180 quilômetros. A tabela 2 descreve a área atualmente cultivada nas diferentes propriedades, custo do arrendamento e culturas implantadas ou a serem implantadas.

A tabela 3 descreve os tipos, modelos, ano de fabricação, características e valor atual estimado das máquinas existentes na fazenda Fuji. Ressalta-se que foram feitas descrições similares para as demais fazendas para os assuntos presentes nas tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 1. Distância entre as propriedades, em quilômetros.

Fazendas	Pafe	Campeã	Fuji	4ª área
Pafe	-	60	180	80
Campeã	60	-	120	20
Fuji	180	120	-	100
4ª área	80	20	100	-

Tabela 2. Área atualmente cultivada nas diferentes propriedades, custo do arrendamento e culturas.

Fazenda	Área cultivada, ha	Situação	Custo do Arrendamento, sc ha ⁻¹	Culturas
Fuji	1200	Arrendada	8	Soja - Milho
Campeã	900	Própria	-	Soja - Milho - Feijão
Pafe	300	Arrendada	8	Soja - Milho - Feijão
4ª área	1.200	A arrendar	8	Soja - Milho

Conforme pode ser visto na tabela 3, relativo à fazenda Fuji, as marcas, modelos, ano de fabricação, potência, capacidade ou largura de trabalho e valor atual das máquinas são diferentes. Isto ocorre tanto na mesma quanto entre as fazendas, fatores estes que influenciaram no custo final de produção. Com base nessas informações foi feita a redistribuição entre fazendas, listada a necessidade de aquisição e venda de máquinas.

O espaçamento entre linhas para a cultura do milho, soja e feijão adotado foi de 0,50 metros. As eficiências de campo da semeadura, seguindo as informações de BALASTREIRE (2005), foram consideradas 0,70 para semeadoras com 13 ou mais linhas e 0,65 para as menores. Utilizando equação 1 e trabalhando na velocidade de 5 km por hora, foi calculado quantos hectares cada linha semeia por dia, dependendo do tamanho da semeadora.

Sabendo a capacidade de semeadura de cada linha de acordo com o tipo de semeadora, foi feito o

dimensionamento do maquinário para a semeadura de cada fazenda. O período recomendado de semeadura da região para a primeira safra é de 40 dias, sendo que em dias com chuva não é possível semear. Utilizando 50% da janela de plantio como dias efetivos de trabalho, temos 20 dias de janela de semeadura.

Para a aplicação de defensivos agrícolas a equação foi feita pelo número de hectares que cada pulverizador consegue cobrir por dia. Os pulverizadores selecionados têm barras de 21 e 27 metros e trabalham, respectivamente, na velocidade média de 15 e 17 km por hora com eficiência de campo de 0,70 e jornada de trabalho diária de 8 horas. Sabendo que o pulverizador com 21 metros de barra aplica defensivos em 160 hectares e o de 27 metros em 230 hectares por dia, podemos fazer o planejamento de quantos e quais pulverizadores são necessários para cada propriedade.

Tabela 3. Relação dos tipos, modelos, ano de fabricação, características e valor atual estimado das máquinas existentes na fazenda Fuji.

Máquina	Marca/Modelo	Ano	Características	Valor, R\$
Trator	John Deere	2002	218cv	80.000,00
Trator	Case Mx180	2012	182,5cv	120.000,00
Trator	MF 680	2002	182,5cv	65.000,00
Trator	MF 680	2002	182,5cv	65.000,00
Trator	MF 680	2006	182,5cv	75.000,00
Trator	NH 7630	2004	131,8cv	50.000,00
Trator	Case Farm 80	2011	81,1cv	40.000,00
Colhedora	Case 2388	2004	9,14 m; 30 pés	320.000,00
Semeadora	Jumil Pneumática	2008	7,5 m; 15 linhas	60.000,00
Semeadora	Metasa Pdm 9810	2006	8 m; 16 linhas	50.000,00
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	6,5 m; 13 linhas	40.000,00
Semeadora	Tatu Marchesan	2002	6,5 m; 13 linhas	40.000,00
Pulverizador	Case Patriot 350	2008	30 m; 3.500 L	240.000,00
Pulverizador	Jacto Uniport 2000	2002	21 m; 2.000 L	120.000,00
Distribuidor	Piccin 7500	2010	14 m; 7.500 kg	10.000,00
Reboque	Stara Sfil	2002	16.000 kg	50.000,00
Pipa	Pipa	2002	12.000 L	15.000,00
Subsolador	Stara Sfil	2002	3,6 m; 11 hastes	10.000,00
Grade	Aradora	2002	2,1 m; 16 discos	10.000,00
Grade	Niveladora	2002	6,4 m; 68 discos	10.000,00
Camionete	F-1000	1998	Diesel	30.000,00

Para a colheita foi adotada a eficiência de campo de 0,70 e jornada de trabalho de 8 horas diárias. Com essas informações foi calculada a capacidade de colheita por pé da plataforma da colhedora. Conforme as condições climáticas locais, com base na capacidade diária de colheita e no planejamento de plantio, utilizando diferentes espécies e grupos de maturação, podemos estimar o período de colheita em 90 dias, sendo que por condições climáticas a janela de colheita foi considerada de 40 dias. Com esses dados foi realizado a estimativa de quantas colhedoras são necessárias para suprir o serviço nas propriedades.

A partir das informações dos cultivos a serem implantados em cada fazenda e das atividades envolvidas em cada um deles, discriminados por período, foi elaborado um gráfico de Gantt de cada fazenda, conforme Tabela 4 para a Fuji.

O gráfico de Gantt, apresentado na tabela

4, demonstra o planejamento no qual está definida a janela para a execução das diversas operações no cultivo de grãos e a quantidade demandada de máquinas para que cada atividade seja realizada dentro do período determinado. Nota-se que é possível identificar a necessidade de máquinas e os períodos do ano de maior demanda. Utilizando estes dados e os da tabela 3, podemos identificar, ainda, qual seria o maquinário necessário para cada fazenda e quais estariam disponíveis para a venda.

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

Tabela 4. Gráfico de Gantt da fazenda Fuji, com descrição das culturas, atividades realizadas nas diferentes épocas e necessidade de máquinas.

Operação	Cultura	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
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							■	■				
Quantidade necessária de máquinas													
Máquinas	Tratores		4	4	3			1	1				
	Semeadora		35 Linhas										
	Pulverizador		1	1	1	1	1	1					
	Distribuidor		1	1									
	Colhedora							2	2				

As fazendas Campeã e Pafe possuem condição mais adequada para a produção de feijão. Sendo assim, ambas serão cultivadas em dois terços com soja e um terço com feijão. Na área onde foi produzido feijão será 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.

A fim de comparar as vantagens e desvantagens das diferentes situações, foi realizada a análise SWOT, conforme tabela 4 para o cenário 1.

Numa avaliação geral, a análise SWOT mostrou que cultivando as áreas sem movimentação há maior independência nas operações, mais agilidade, menor risco de erros de regulagem e economia com fretes, com menor exposição ao risco climático e melhor aproveitamento da janela de plantio. Contudo, há mais capital parado, mais funcionários e maior gasto com manutenção, associado a dificuldade no gerenciamento da mão de obra e do maquinário.

Tabela 5. Análise SWOT para o cenário 1, cultivar as três áreas existentes sem traslado de máquinas.

	Ajuda	Atrapalha
Interno	Forças	Fraquezas
	-Maior independência nas operações -Maior agilidade -Economia de frete -Menor risco de erros com regulagem	-Capital parado -Mais funcionários -Maior gasto com manutenção
Externo	Oportunidades	Ameaças
	-Menor exposição ao risco climático -Melhor aproveitamento da janela de plantio	-Dificuldade no gerenciamento da mão de obra -Dificuldade no gerenciamento do maquinário

O cenário 1 permite a venda de maquinário excedente o que pode render R\$ 530.000,00. Porém no planejamento para o pátio de máquinas das fazendas existiria a necessidade da aquisição de um trator, uma colhedora e um 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 de novas.

Cada fazenda precisa de um operador para cada conjunto trator-semeadora 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 o de uma cozinheira é R\$ 800,00 e o gerente recebe R\$ 4.500,00.

No segundo cenário o objetivo é avaliar a viabilidade da produção de grãos com a movimentação do maquinário. O trabalho seria realizado como se as fazendas fossem uma única, ou seja, o pátio de máquinas seria um único e todas as operações seriam escalonadas. Isso reduz a quantidade de máquinas demandadas, sendo necessária a aquisição de uma colhedora e um distribuidor.

Neste caso, a venda do maquinário excedente resultaria em um maior retorno de capital, o valor 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 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 colhedoras totalizando uma distância de 1.080 km.

Deve-se considerar a quilometragem percorrida do local de contratação da prancha até 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 o gasto com frete, totalizando 13.580 km.

O preço médio de frete praticado na região é de R\$ 4,00 por km rodado. Com isso, terceirizando o transporte, teríamos um dispêndio anual de capital equivalente a R\$ 54.320,00 para realizar toda

a movimentação necessária. Este valor justifica a compra de um caminhão prancha usado, avaliado em torno de R\$ 100.000,00 ou R\$ 300.000,00 novo.

No momento que se tem a disponibilidade do caminhão em qualquer hora que for necessário é possível melhorar o escalonamento das operações das fazendas e o transporte das máquinas. Além disso, o risco devido à ocorrência de clima ruim, o que pode atrasar alguma operação, fica menor.

Para minimizar custos, esse caminhão deverá ser conduzido por um dos funcionários das fazendas, prática usual já que muitos possuem habilitação para tal e estaria aguardando o traslado da máquina que opera, caso seja contratado frete.

No cenário 2 a necessidade de máquinas é menor, mas existe um custo adicional de frete já que a movimentação de maquinário será intensa. 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.

Cada fazenda precisa de um operador para cada conjunto trator com semeadora 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 com o arrendamento de uma quarta fazenda localizada no trajeto entre as já cultivadas. Além do custo extra anual do arrendamento, deverá ser analisado como ficaria o desenho do pátio de máquinas sem a movimentação.

Neste caso, a necessidade de capital para aquisição de maquinário para a operação nessa fazenda seria de R\$ 550.000,00 para aquisição de máquinas usadas e para a aquisição de 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\$ 2.260.000,00 para máquinas novas.

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 o de uma cozinheira é R\$ 800,00 e o gerente recebe R\$ 4.500,00.

O quarto cenário trata da viabilidade de expansão com a mesma área descrita no terceiro cenário, agora realizando a movimentação de máquinas. Como dito, além do custo extra anual do arrendamento, deverá ser analisado como ficaria o desenho do pátio de máquinas, com essa nova fazenda no conjunto.

A necessidade de capital para aquisição de maquinário para a operação nas fazendas seria de R\$ 690.000,00 em caso de aquisição de máquinas usadas, já para aquisição do maquinário novo o valor seria de R\$ 1.700.000,00. Um caminhão prancha é suficiente para realizar o transporte entre as fazendas. Incluindo o caminhão prancha, o custo total de aquisição de máquinas usadas seria de R\$ 790.000,00 ou R\$ 2.000.000,00 para novas.

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. Da mesma forma que no cenário 2, um dos operadores deverá ser o motorista do caminhão utilizado para realizar a movimentação do maquinário.

A diferença do custo total entre realizar ou não a movimentação de máquinas entre fazendas apresenta uma leve economia em favor da realização do traslado de máquinas. Apesar de ter um custo maior com óleo diesel, a economia com mão de obra compensa a movimentação. A compra de um 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.

Conclusões

A diferença do custo das operações com ou sem a movimentação de maquinário independe da expansão da área e apresenta pequena diferença em favor da movimentação. Entre outros fatores, sem a movimentação há um custo salarial maior, enquanto com a movimentação há um custo adicional em óleo diesel e com a compra de um caminhão prancha 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, 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 aquisição de um caminhão prancha usado se mostrou vantajoso em relação à terceirização do frete por estar sempre disponível, tornando a movimentação das máquinas mais rápida e possível de ser realizada a qualquer momento.

Entretanto, para diminuir os custos com a contratação de um motorista específico, este deve ser guiado por um operador de máquinas da fazenda, que estaria aguardando o traslado, caso fosse contratado frete.

Referências

- ARALDI, P. F.; SCHLOSSER, J. F.; FRANTZ, U. G.; RIBAS, R. L.; SANTOS, P. M. Eficiência operacional na colheita mecanizada em lavouras de arroz irrigado. *Ciência Rural*, v.43, n.3, mar, 2013.
- ARTUZO, F.D.; JANDREY, W.F.; CASARIN, F.; MACHADO, J.A.D. Tomada de decisão a partir da análise econômica de viabilidade: estudo de caso no dimensionamento de máquinas agrícolas. *Custos e @gronegocio*, on line, v. 11, n. 3, jul/set., 2015.
- BALASTREIRE, L. Máquinas Agrícolas. São Paulo: Manole, 2005. 310p.
- BANCHI, A. D.; Lopes, J. R.; Albuquerque, R. L. F.; Coli, R. A. Gestão de Mecanização - Frota e Operações Agrícolas. *AgriMotor*, abr./mai. 2012.
- BARGER, E. L.; LILJEDHL, J. B.; CALLETON, W. M.; MCHIBBEN, E. G. Tratores e seus motores. São Paulo, Edgard Blucher, 1963.
- CASTRO, S. H.; REIS, R. P.; LIMA, A. L. R. Custos de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicasos no oeste da Bahia. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1146-1153, nov./dez., 2006.
- EDWARDS, W. Estimating Farm Machinery Costs. Iowa: Iowa State University. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/AGDM/crops/pdf/a3-29.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2015a. 11p.

Faggion et al. (2016)

- EDWARDS, W. Farm Machinery Selection. Iowa: Iowa State University. Disponível em: <<https://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/pdf/a3-28.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2015b. 8p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Rio de Janeiro, 353p. 2013.
- FAGGIOLI, 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*, v.27, n.1, p.210-219, jan./abr. 2007.
- HANNA, M.; AYRES, G.; WILLIAMS, D. Estimating field capacity of farm machines. Iowa: Iowa State University. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM696.pdf>>. Acesso em: 10 setz. 2014. 4p.
- HUNT, D. R. Farm power and machinery management. 9.ed. Ames: Iowa University Press, 1995. 365p.
- MIALHE, L. G. Manual de mecanização agrícola. São Paulo: Ceres, 1974. 301p.
- MILAN, M. Desempenho operacional e econômico de sistemas mecanizados agrícolas. ESALQ/USP. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Milan/ler5852/DesCustOp.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2016. 26p.
- PACHECO, E. P. Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas. Rio Branco: Embrapa, 2000. 21p. (Documento, 58).
- PELOIA, J. P.; MILAN, M. Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola. *Engenharia Agrícola*, v.30, n.4, p.681-691, jul./ago. 2010.
- PIACENTINI, L.; SOUZA, E. G.; URIBE-OPAZO, M. A.; NÓBREGA, L. H. P.; MILAN, M. Software para estimativa do custo operacional de máquinas agrícolas - Maqcontrol. *Engenharia Agrícola*, v.32, p.609-623. 2012.
- TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J.; BEFORT, B.L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. vol. 108, n.50, p.20260-20264. 2011. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/108/50/20260.full.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2016. 5p.