

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/298072705>

Decision making from the economic feasibility analysis: A case study in the sizing of agricultural machinery

Article · July 2015

CITATIONS

0

READS

321

4 authors, including:



Felipe Dalzotto Artuzo

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

20 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

SEE PROFILE



João Armando Dessimon Machado

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

54 PUBLICATIONS 115 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



MODAIS LOGÍSTICOS E A SUA IMPORTÂNCIA PARA A O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA; Categorization bibliometric considering organizational management factors for different business sizes through research bases [View project](#)



Custo de produção [View project](#)

Tomada de decisão a partir da análise econômica de viabilidade: estudo de caso no dimensionamento de máquinas agrícolas

Recebimento dos originais: 06/06/2015
Aceitação para publicação: 08/11/2015

Felipe Dalzotto Artuzo

Mestrando em Agronegócios - UFRGS
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Endereço: Av. Bento Gonçalves, 7712 - Porto Alegre/RS.
CEP 91540-000
E-mail: felipeartuzo1@hotmail.com

Willian Fontanive Jandrey

Mestrando em Agronegócios - UFRGS
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Endereço: Av. Bento Gonçalves, 7712 - Porto Alegre/RS.
CEP 91540-000
E-mail: willian.jandrey@hotmail.com

Fernando Casarin

Engenheiro Agrônomo pela UFSM
Instituição: Agricenter
Endereço: Rodovia BR 386, Km 50- Bairro Industrial- Seberi/RS.
CEP 98380-000
E-mail: fernando_casarin.88@hotmail.com

Joao Armando Dessimon Machado

Doutor em Economia Agroalimentar pela Universidade de Córdoba
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Endereço: Av. Bento Gonçalves, 7712 - Porto Alegre/RS.
CEP 91540-000
E-mail: joao.dessimon@ufrgs.com

Resumo

A Tomada de Decisão gerencial é um desafio enfrentado pelo produtor em cada atividade a ser realizada. Desta forma, o estudo de caso teve por objetivo a tomada de decisão para investimentos de máquinas e implementos agrícolas a partir do dimensionamento, planejamento e avaliação da viabilidade econômica da mecanização para uma propriedade rural. Os dados obtidos para a tomada de decisão foram adquiridos por meio do dimensionamento da mecanização e da análise econômica de viabilidade, em função das culturas da soja, do milho e do trigo. Com base neste dimensionamento, estabeleceu-se um projeto de investimento inicial para aquisição do maquinário necessário. A partir destes resultados, foi elaborado um fluxo de caixa para a obtenção do VPL, TIR e PAYBACK. Os principais resultados do artigo demonstram a importância da aquisição de dados para geração de informações e sua aplicação na melhor tomada de decisão, a partir disso verificou-se que o dimensionamento por parâmetros técnicos contribui para racionalizar a seleção de máquinas e

de implementos agrícolas e que a decisão de investimento do produtor baseado nos indicadores de VPL, TIR e PAYBACK foi o suficiente para determinar que o investimento é viável e passível de ser executado.

Palavras-chave: Dimensionamento técnico. Planejamento. Investimento.

1. Introdução

Em todas as escolhas efetuadas parte-se da ideia de uma decisão, a escolha mais apropriada para a resolução de um problema são habilidades importantes para os negócios e para a vida. Essas decisões resultam em uma melhor utilização dos recursos, a enfrentar novos problemas e desafios e também a alcançar os seus objetivos. Tudo isso, resulta em crescimento rápido de um negócio (LIMA et al., 2005).

Na agricultura a tomada de decisão é fundamental, pois se observa que o negócio é complexo devido a várias interações, seja no ambiente interno ou externo, mas também de fatores como o clima. Desta forma, verifica-se que a agricultura pressupõe certas peculiaridades que a diferem de outras atividades econômicas (LOURENZANI, 2005).

Partindo desta premissa, nota-se que os muitos produtores vêm adquirindo máquinas com excesso de potência e/ou implementos agrícolas além da necessidade para dada propriedade rural, o que acaba, em muitos casos, contribuindo para aumentar os custos de produção. Esse fato vem ocorrendo devido à disponibilidade de financiamentos com juros baixos, longo período de carência e longo prazo para pagamento. Isso demonstra a viabilidade e a necessidade da adoção de melhores decisões através de ferramentas de planejamento e de seleção para a mecanização agrícola, visando à otimização e a racionalização, tanto da seleção quanto do uso do maquinário em propriedades rurais.

A agricultura, de uma maneira geral, tem se deparado com o aumento nos custos de produção, o que, geralmente, ocasiona a redução da lucratividade. Por conseguinte, a atividade agrícola necessita de decisões adequadas para o controle e o planejamento com base em estudos de viabilidade econômica, a fim de minimizar os riscos nos resultados. O planejamento da mecanização, por meio do correto dimensionamento das máquinas agrícolas, pode ser uma forma adequada de reduzir esse risco e maximizar o lucro líquido.

Assim, o estabelecimento de informações sobre o planejamento da mecanização torna-se de vital importância para a tomada de decisão referente ao dimensionamento de máquinas agrícolas, pois é um elemento de diminuição de custos, de utilização racional dos recursos

produtivos, o que, por consequência, gera o aumento da lucratividade em empresas rurais, este que é o objetivo primordial de toda e qualquer atividade econômica.

Nesse contexto, o artigo tem por objetivo a tomada de decisão para investimentos em máquinas e implementos agrícolas a partir do dimensionamento, planejamento e avaliação da viabilidade econômica da mecanização para uma propriedade rural.

2. Referencial Teórico

A agricultura moderna requer racionalização na utilização dos meios de produção. Neste contexto, as máquinas agrícolas ocupam papel fundamental e relevante para tal racionalização, em virtude de expressar alto valor, tanto técnico como econômico nas explorações agrícolas (SANTOS, 2010).

Para a utilização racional de qualquer meio de produção, existe uma decisão a ser tomada. As decisões que uma organização toma por meio de um indivíduo consistem especificamente na particularidade de suas funções, partindo da fixação do âmbito e da natureza de seus deveres, na distribuição da autoridade, ou seja, na determinação de quem tomará as decisões que afetará o estabelecimento, ou neste caso a propriedade rural (SIMON, 1979).

A eficiência na produção rural depende de alguns fatores, um deles são as máquinas e os implementos agrícolas. A aquisição destes itens é fundamental, pois o auxiliará em várias atividades, desde a semeadura até a colheita. Mas para isso, o produtor deverá tomar a decisão de quais desses itens é necessário para sua propriedade. Gasson (1973) distingue entre metas do agricultor, que são os estados que o indivíduo deseja alcançar, e valores, que são uma propriedade mais permanente do indivíduo e menos susceptível a trocas com o tempo e as circunstâncias. Desta forma, o objetivo do produtor e suas metas, além das características da propriedade, definirá a decisão correta para a melhor alternativa possível.

2.1. Mecanização agrícola

A mecanização agrícola é uma ferramenta de produção, no qual apresenta um potencial para aumentar a rentabilidade dos cultivos, melhorar a qualidade de vida dos

trabalhadores por meio da redução do esforço físico (ERENO, 2008). Um dos objetivos da mecanização agrícola é racionalizar as operações (MIALHE, 1974). Desta forma, uma das etapas da mecanização agrícola é o planejamento e o dimensionamento dos sistemas mecanizados (BAIO et al., 2004; TACHIBANA, 2000).

O dimensionamento da mecanização está diretamente relacionado com as operações agrícolas. Estas, segundo Mialhe (1974), são definidas como toda atividade direta e permanentemente relacionada com a execução do trabalho de produção agropecuária. A execução destas operações, denominadas comumente de práticas agrícolas, exige uma metodologia específica e a utilização de equipamentos adequados.

O trator é a máquina agrícola básica na agricultura. Sendo que este requer uma adequada adaptação ao implemento no qual estará acoplado, a fim de aumentar a eficiência no trabalho (ATARÉS, 2001; SANTOS, 2010). A necessidade de aquisição e utilização da mecanização agrícola está relacionada ao grau de importância das operações, além das questões técnicas, econômicas e financeiras, fatores estes que determinam a compra e o uso de cada máquina e/ou implemento agrícola

2.2. Seleção de máquinas agrícolas

A seleção do maquinário agrícola pode constituir-se em uma tarefa com intensa dificuldade, pois há diversas variáveis que devem ser consideradas neste processo (BAIO et al., 2004). A escolha do maquinário para uma propriedade, independente de seu tamanho, deve ser realizada de maneira racional, de modo que haja adequação ao programa de produção da mesma, e às características econômicas do empreendimento e do mercado (GABRIEL FILHO et al., 2000).

A utilização de máquinas de porte e número acima do recomendado ocasiona um maior custo final, pela baixa utilização dos equipamentos. Já o contrário pode limitar a capacidade de execução das operações mecanizadas, além de causar prejuízos na qualidade e/ou quantidade de produto produzido, conceito esse associado às perdas por pontualidade (MILAN, 2004).

A pontualidade consiste em um conceito importante para a seleção do maquinário agrícola, a qual segundo Balastreire (1987), é a capacidade de efetuar as operações na época em que a qualidade e a quantidade de um produto estão otimizadas. Dessa forma, a pontualidade nas operações atinge-se quando se tem uma seleção adequada de máquinas. A

operação agrícola, para ser eficiente no sistema de produção, deve ser executada dentro de um prazo agronomicamente ótimo, o qual se denomina pontualidade da operação (BORGES et al., 2006).

A adequação da capacidade dos sistemas mecanizados é de extrema importância, pois máquinas superdimensionadas acarretam em prejuízos devido ao custo fixo e as subdimensionadas aumentam os riscos de perdas (MILAN, 2004). Alguns métodos são utilizados para o planejamento de máquinas agrícolas, como o método passo a passo, descrito por Schlosser (1998). Este método utiliza como critério a ordem de trabalho a ser executado.

2.3. Análise econômica de propriedades rurais e custos de produção

A análise econômica busca identificar quais são os benefícios esperados em dado investimento. Para tanto, diversos parâmetros e fatores devem ser levantados e observados. De acordo com Werner (2007), para a realização da análise econômica de uma propriedade rural é necessário realizar um levantamento detalhado da atividade produtiva em relação àquilo produzido, além de todos os fatores de custos relacionados às quantias produzidas.

Reis (2007) define custo de produção como sendo a soma dos valores de todos os recursos (insumos e serviços) utilizados no processo produtivo de uma atividade agrícola, em determinado período de tempo, e que podem ser classificados em curto e longo prazo. Também, os custos de produção podem ser divididos em dois tipos, sendo estes os custos fixos e os custos variáveis.

Os custos fixos são aqueles custos que permanecem constantes dentro de determinada capacidade instalada, independentemente do volume de produção, como no caso do Imposto Territorial Rural (ITR), depreciação dos equipamentos agrícolas, entre outros (CREPALDI, 2006). Dentre os principais custos fixos na atividade agrícola destacam-se a depreciação, custo de oportunidade da terra ou juros sobre terras, o custo de oportunidade do capital ou juros sobre o capital fixo, mão-de-obra permanente e remuneração do produtor.

Os custos variáveis, conforme Crepaldi (2006), são aqueles que variam proporcionalmente ao volume produzido, os quais aumentam à medida que aumenta a produção agrícola, e no caso de não haver quantidade produzida, os mesmos serão nulos. Os principais custos variáveis considerados na atividade agrícola são os custos com conservação e reparos de máquinas e equipamentos, insumos agrícolas, combustíveis e lubrificantes, mão-

de-obra temporária, transporte externo, assistência técnica, impostos variáveis, juros sobre o capital de giro, despesas gerais.

A soma do custo fixo total com o custo variável total fornece o custo total de produção, o qual, conforme Santos et al. (2002), consiste na soma de todos os custos com recursos de produção para determinada atividade produzir um bem ou serviço.

2.4. Indicadores de desempenho

A avaliação da atividade agrícola, mais precisamente dos seus resultados, constitui fator fundamental na administração da propriedade rural. A receita bruta (RB) representa o resultado de uma atividade em valores monetários, a qual é obtida multiplicando-se o preço do produto pela quantidade produzida. De acordo com Brinckmann (2009), a RB se constitui de todo o faturamento (tudo o que foi vendido) do período de apuração.

A margem bruta (MB) ou margem operacional efetiva (MOE) consiste na diferença entre a RB obtida em uma atividade produtiva e o total do custo operacional efetivo (COE). Este compreende todos os custos variáveis e parte dos fixos, excluindo os custos com depreciação, oportunidade da terra própria e custos de oportunidade de capital (ANTUNES E RIES, 2001).

A margem operacional total (MOT) consiste na diferença entre a RB e o custo operacional total (COT), e mostra o resultado econômico sem considerar os custos alternativos ou de oportunidade (FEIDEN, 2001). O COT é, então, representado pelo COE, somado aos custos com depreciação de máquinas e benfeitorias.

O custo total (CT) de produção consiste no COT com a adição dos custos de oportunidade da terra, dos custos de oportunidade do capital imobilizado e dos custos sobre o capital de giro, ou seja, é a soma dos custos fixos totais com os custos variáveis totais.

Finalmente, o lucro líquido (LL), também chamado de margem líquida (ML), é obtido subtraindo-se o CT da RB. O resultado obtido mostra a eficiência econômica da exploração (FEIDEN, 2001).

Após a obtenção da ML, é importante calcular a lucratividade da atividade, pois este índice fornece um indicativo se foi ou não importante realizar o investimento na atividade em questão. Também, o ponto de equilíbrio (PE) é um indicativo importante dentro de uma situação de risco, e convém ser analisado. A lucratividade consiste, em valores percentuais, no lucro obtido em determinada atividade, com a venda de seus produtos (ANTUNES e RIES,

2001). O PE, por sua vez, é um indicador de desempenho de curto prazo que indica o volume mínimo de produção necessário para pagar os custos com a produção (DOSSA et al., 2000).

3. Metodologia

A aplicação da tomada de decisão no dimensionamento da mecanização agrícola a partir da análise econômica de viabilidade foi efetuada por meio de um estudo de caso de uma propriedade rural. A propriedade de estudo localiza-se no município de Jaboticaba, Estado do Rio Grande do Sul (RS).

A coleta de dados para tomada de decisão a fim de definir a viabilidade para aquisição de maquinário foi realizada por meio de um cadastro contendo a identificação da propriedade. Também, foi realizado um levantamento de máquinas, de implementos agrícolas e de benfeitorias. Ademais, uma entrevista foi efetuada, a fim de se ter conhecimento sobre as máquinas e implementos agrícolas que o proprietário pretende adquirir.

Convém ressaltar que, tanto o dimensionamento e planejamento da mecanização, como a análise econômica de viabilidade, foram realizados para as culturas da soja, milho e trigo, em função do potencial de gerar retorno econômico. O método escolhido para o planejamento das atividades e o dimensionamento da mecanização foi proposto pela American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE), conforme ASAE (2003), o qual se denomina passo a passo.

Após o dimensionamento pelo método passo a passo, realizou-se uma seleção fictícia das máquinas e implementos necessários, para estimar o valor de investimento a ser realizado. Para tanto, efetuou-se uma pesquisa de mercado para avaliar o preço das máquinas e implementos.

Para estimativa de custos, teve-se como base a definição de Reis (2007), partindo da divisão entre custos fixos e variáveis. Para os custos fixos, levou-se como referência a mão-de-obra permanente, remuneração do produtor, depreciação, juros sobre o capital fixo (6% a.a), custo de oportunidade da terra, seguro sobre o capital fixo, imposto territorial rural (ITR) e custo de comercialização.

Para estimativa dos custos variáveis para as culturas de milho, soja e trigo levou-se como referência os custos de insumos, conservação e reparo de equipamentos, combustíveis, mão-de-obra temporária, juros sobre capital de giro, assistência técnica (2%), análise de solo e transporte.

Para indicadores de desempenho foi determinada a receita bruta, para isso considerou-se os preços médios dos últimos três anos, com base em dados da cooperativa local. Já a produtividade foi estabelecida em três cenários distintos para cada cultura, sendo estes a produtividade normal (trigo: 50 sc ha⁻¹; milho: 150 sc ha⁻¹; soja: 55 sc ha⁻¹), a baixa produtividade (20% a menos da produtividade normal) e a alta produtividade (20% a mais da produtividade normal). Ainda, salienta-se que foram descontados 10% da produtividade de cada cenário em cada cultura, os quais representam os custos com a colheita terceirizada.

A partir da receita bruta e da determinação dos resultados do dimensionamento da mecanização passo a passo, obteve-se a margem operacional efetiva, a total e a margem líquida. A lucratividade foi obtida conforme a fórmula a seguir (ANTUNES e RIES, 2001):

$$\text{Lucratividade (\%)} = \frac{\text{Total de Receitas} - \text{Custo Total}}{\text{Total de Receitas}} * 100$$

O ponto de equilíbrio (PE) foi obtido pela seguinte relação (DOSSA et al., 2000):

$$PE = CT/P$$

Onde: PE (em sc ha⁻¹); CT (custo total em R\$ ha⁻¹); P (preço unitário em R\$ sc⁻¹).

A análise econômica dos investimentos da propriedade foi realizada por meio do cálculo do VPL, da TIR e do Payback, conforme a metodologia descrita por DOSSA et al. (2000). A Taxa mínima de atratividade (TMA) utilizada foi de 10% a.a. para o cálculo do VPL e da TIR.

4. Resultados e Discussões

4.1. Descrição da propriedade

A propriedade conta com uma área de 177,5 ha, dos quais 148 ha são cultiváveis. Atualmente estas áreas encontram-se arrendadas, tendo um valor pago pelo arrendamento de 8 sacas ha⁻¹ ano⁻¹ de soja. O dimensionamento foi estimado considerando que a propriedade destine 65% da área total para o cultivo da soja e 35% restantes para a cultura do milho. Já no inverno o dimensionamento deverá ter 65% da área com a cultura do trigo.

A propriedade já conta com um galpão de alvenaria capaz de armazenar todas as máquinas e implementos, exceto a colheitadeira. Porém, para isso, o galpão permite que seja

realizada uma ampliação do mesmo futuramente. Esse galpão foi construído no ano de 2003 e possui 144 m², tendo um valor estimado de R\$ 30.240,00.

Como a propriedade realizava a atividade agrícola há alguns anos, a mesma ainda conta com algumas máquinas e implementos, as quais estão dispostas na Tabela 1. Observa-se que o trator avaliado em R\$ 40.000,00, e o caminhão com valor estimado de R\$ 48.000,00, foram considerados como depreciados. Já o distribuidor de fertilizantes foi avaliado em R\$9.000,00.

Tabela 1: Custos de depreciação de máquinas e equipamentos

Custos com depreciação		
Descrição	Valor (R\$)	Depreciação (R\$)
Trator MF 292 (ano = 1988)	40.000,00	0,00
Distribuidor Stara Tornado(ano=2003)	9.000,00	855,00
Caminhão MB 1113 (ano = 1978)	48.000,00	0,00
Total (R\$):		855,00

Para Simon (1979, p.80), a “tarefa de decidir compreende três etapas: 1) o relacionamento de todas as possíveis estratégias, 2) a determinação de todas as consequências que acompanhem cada uma dessas estratégias, e 3) a avaliação comparativa desses grupos e consequências”. Desta forma, serão apresentadas estratégias de escolha entre o método empírico de dimensionamento do produtor e o método passo a passo, suas consequências e comparações.

4.2. Dimensionamento da mecanização

As máquinas e implementos necessários para a realização das diferentes operações na atividade agrícola, considerando as culturas do milho, da soja e do trigo estão apresentadas na Tabela 2. Esta demonstra o maquinário que o empresário pretendia adquirir embasado somente pela sua experiência (método empírico), e as máquinas e implementos dimensionados pelo método passo a passo.

De maneira geral, observa-se que os implementos elencados com o método empírico estão superdimensionados se comparados àqueles dimensionados pelo método passo a passo. Isso pode ser verificado para as semeadoras, tanto de inverno como de verão, para o

pulverizador, para o distribuidor centrífugo, para a colhedora e para a plataforma de corte do milho. Desse modo, concordando com Milan (2004), o dimensionamento acima da necessidade certamente ocasionaria no aumento dos custos finais de produção, pela baixa utilização dos equipamentos e o conseqüente aumento dos custos fixos.

Tabela 2: Máquinas e implementos dimensionados pelo método empírico e pelo método passo a passo

Máquina/implemento	Método empírico			Método passo a passo		
	Potência (cv)	Largura (pés ou m)	Nº de linhas	Potência (cv)	Largura (pés ou m)	Nº de linhas
Trator ¹	105	-	-	105	-	-
Trator ²	75	-	-	75	-	-
Semeadora verão	-	-	9	-	-	8
Semeadora inverno	-	-	21	-	-	16
Colhedora	-	18 pés	-	-	16 pés	-
Plataforma milho	-	-	12	-	-	10
Pulverizador	-	18 m	-	-	14 m	-
Distribuidor de fertilizantes	-	24 m	-	-	18 m	-

¹ – Maior utilização na atividade de semeadura;

² – Maior utilização nas atividades de pulverização e de aplicação de fertilizantes a lanço. Sem critérios técnicos para dimensioná-lo.

No entanto, do ponto de vista prático, o produtor busca maior garantia na implantação e condução da cultura dentro de um período agrônômico recomendado, e isso somente acontece quando o mesmo amplia o parque de máquinas e/ou adquire máquinas e implementos com sobra de potência ou de largura de trabalho, desta forma, verifica-se que o produtor não é avesso ao risco. Esse contexto tem o claro objetivo de evitar as perdas por pontualidade, conceito este descrito por Balastreire (1987). Esse fato vai ao encontro das ideias de Soffner et al. (1993), que estabelecem que a maximização da lucratividade do negócio agrícola é o que determina o gerenciamento ótimo da maquinaria agrícola e não o contrário, pois a simples minimização dos custos das máquinas não é condição suficiente para a maximização do lucro do sistema.

Considerando o contexto evidenciado acima, confirma-se que a adoção de ferramentas de planejamento e de seleção para a mecanização agrícola, com vistas à racionalização do uso do maquinário, é relevante, pois é uma maneira de auxiliar na tomada de decisão para o gerenciamento da propriedade. As propriedades rurais, como organizações, sempre estão tomando decisões, mas devido algumas limitações não conseguem definir todas as

alternativas passíveis de execução, muito menos ter acesso a todas as informações necessárias em dado momento, mas nem por isso a decisão tomada deixará de ser racional, mas significará uma racionalidade limitada (SIMON, 1979).

4.3. Seleção do maquinário e investimento inicial

A escolha das máquinas e implementos levou em consideração vários aspectos, dentre os quais: o preço entre diferentes marcas, adaptação do maquinário à região, preferência de marca pelo proprietário, aspectos técnicos, disponibilidade de assistência técnica, custos com manutenção e reparos.

A aquisição de todas as máquinas e implementos, dimensionados pelo método passo a passo no dimensionamento da mecanização, ocasionaria um grau de endividamento elevado para o proprietário em questão, o que não é interessante, pois esta situação poderia se agravar, de maneira quase que irreversível, com a ocorrência de uma intempérie climática, devido ao fato de que a atividade agrícola é diretamente dependente do clima.

Analisando o contexto dessa situação, a seleção do maquinário agrícola para a propriedade em questão foi composta pelas máquinas e implementos dispostos na Tabela 3, com seus respectivos preços, a fim de compor o projeto de investimento inicial.

Tabela 3: Máquinas e implementos selecionados, e o investimento inicial necessário para adquiri-los.

Máquina/implemento	Marca	Modelo	Potência (cv)	Largura de trabalho	Valor (R\$)
Trator	Massey Ferguson	4275 4x4	75	-	75.851,15
Semeadora verão	Vence Tudo	Panther 8000	-	8 linhas	50.000,00
Semeadora inverno ¹	KF	1800	-	18 linhas	25.000,00
Pulverizador	Jacto	800 AM14	-	14 m	25.000,00
Total (R\$)					175.851,15

¹ – Implemento usado, ano de 2008.

Segundo Freitas et al.(1997), dentre todas as variáveis existentes, que podem interferir na tomada de decisão os recursos estão entre elas. Assim, o investimento inicial terá um total orçado em R\$ 175.851,15, o qual o produtor poderá tomar a decisão de financiar de acordo com as linhas de financiamentos existentes.

4.4. Custos fixos

A Tabela 4 mostra os custos fixos estimados para as diferentes culturas. De acordo com Werner (2007) os custos fixos permitem ao proprietário realizar a quantificação da participação do capital imobilizado, no longo prazo, em sua atividade.

Nota-se que os maiores custos foram os de oportunidade da terra com participação média de 38,1% dos custos fixos totais, seguido de depreciação e da remuneração do produtor, com participação de 14,9% e 14,0%, respectivamente. Vieira e Brizolla (2007), analisando diferentes propriedades, verificaram que os itens alocados nos custos classificados como fixos, apresentam diferentes participações na composição do custo total das empresas. Isso demonstra que pode haver considerável variação dos mesmos em diferentes propriedades.

Tabela 4: Custos fixos estimados: por ano, por ha, para o milho, para a soja, para o trigo e a participação média de cada item no custo fixo total médio.

Descrição	Milho (R\$ ha ⁻¹)	Soja (R\$ ha ⁻¹)	Trigo (R\$ ha ⁻¹)	Média (%)
Mão-de-obra permanente	93,99	47,00	47,00	11,2
Remuneração do produtor	117,49	58,75	58,75	14,0
Depreciação	125,00	62,50	62,50	14,9
Juros capital fixo (6% a.a.)	92,67	46,33	46,33	11,0
Custo de oportunidade da terra	320,00	160,00	160,00	38,1
Seguro sobre o capital fixo	11,01	5,50	5,50	1,3
ITR (Imposto Territorial Rural)	0,57	0,29	0,29	0,1
Custos de comercialização	79,06	39,53	39,53	9,4
Total	839,79	419,9	419,9	100

Ainda, observa-se que os custos totais com a cultura do milho foram maiores do que com as culturas da soja e do trigo. Isso ocorreu em função dos critérios de rateio, os quais dividiram os custos fixos de um ano agrícola entre a soja e o trigo, em virtude da sucessão destas culturas. Já no milho, os custos fixos foram alocados integralmente para esta atividade, pois, no inverno, a área estaria ocupada com uma cobertura de solo, a qual não possui potencial para gerar renda de maneira direta. Nota-se que todos os dados relacionados aos custos fixos, servirão como apoio para tomada de decisão.

4.5. Custos variáveis

Analisando os custos variáveis, observa-se que, na participação média de cada fator na composição dos custos variáveis, os insumos representam os maiores custos, participando com 81,74% dos custos variáveis totais (Tabela 5). Este fato vai ao encontro das ideias de Floss (2009), que explica que a semente, o fertilizante e os agrotóxicos são os fatores com maior contribuição nos desembolsos monetários, constituindo, então, o custo determinante do processo produtivo. Ainda, Werner (2007), encontrou uma participação média de 76,8% de custos com insumos em relação ao total de custos variáveis na cultura da soja em sistema tradicional de cultivo, considerando diferentes anos.

Considerando as três culturas, denota-se que o milho possui o maior custo com insumos (R\$ 1.317,80 ha⁻¹) se comparado com a soja e o trigo, sendo que este e aquele apresentaram valores semelhantes de R\$ 598,77 ha⁻¹ e R\$ 621,80 ha⁻¹, respectivamente. Isso ocorre, pois na cultura do milho foram alocados, dentro dos custos com insumos, os gastos referentes a implantação de uma cobertura de inverno, sendo esta a aveia preta. Além disso, a semente de milho possui um valor considerável dentro destes custos, pois a mesma inclui uma alta tecnologia, englobando, desde o tratamento de sementes industrial, até controle genético de insetos considerados pragas.

Tabela 5: Custos variáveis: para o milho, para a soja, para o trigo e a participação média de cada item no custo variável total médio.

Descrição	Milho (R\$ ha ⁻¹)	Soja (R\$ ha ⁻¹)	Trigo (R\$ ha ⁻¹)	Média (%)
Insumos	1.317,80	598,77	621,80	81,74
Conservação e reparos	45,17	35,29	37,66	3,8
Combustível	41,89	32,13	35,19	3,52
Mão-de-obra temporária	42,50	21,25	21,25	2,74
Juros com o capital de giro	79,07	35,93	37,31	4,9
Assistência técnica (2%)	20,00	14,00	14,00	1,55
Análise de solos	0,50	0,25	0,25	0,03
Transporte	17,86	17,86	17,86	1,73
Total	1.564,79	755,47	785,32	100

Outro fator que merece destaque são os custos com insumos nas culturas da soja e do trigo, os quais podem ser facilmente alterados em caso de haver a necessidade de realizar uma aplicação a mais de fungicida e/ou inseticida.

Dentre os demais custos variáveis, os juros sobre o capital de giro se sobressaíram, com participação média de 4,90%, em função do custo com insumos ser o mais elevado. Na sequência, seguem os custos com conservação e reparos, com participação de 3,80%. Estes custos, provavelmente, seriam maiores se tivessem sido alocados aos mesmos os custos referentes a uma colheiteira.

4.6. Resultados econômicos

Na agricultura moderna, as propriedades rurais objetivam alcançar melhores resultados em seus empreendimentos. Para Contini et al. (1984), o processo de tomada de decisão é importante para o agricultor, bem como a administração rural, pois as decisões de produção e investimentos podem acarretar influências na propriedade. Nas Tabelas 6, 7 e 8 estão os principais resultados nos três cenários distintos de produtividade, por hectare, estimados para a cultura do milho, da soja e do trigo, respectivamente.

Tabela 6: Resultados econômicos estimados para a cultura do milho em três cenários de produtividade

Descrição	Baixa produtividade	Produtividade normal	Alta produtividade
Produtividade (sc ha ⁻¹)	108	135	162
Preço unitário (R\$ sc ⁻¹)	24	24	24
Receita bruta total (R\$ ha ⁻¹)	2.592,00	3.240,00	3.888,00
Custo operacional efetivo (R\$ ha ⁻¹)	1.866,91	1.866,91	1.866,91
Margem operacional efetiva (R\$ ha ⁻¹)	725,09	1.373,09	2.021,09
Custo operacional total (R\$ ha ⁻¹)	1.991,91	1.991,91	1.991,91
Margem operacional total (R\$ ha ⁻¹)	600,09	1.248,09	1.896,09
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	2.404,58	2.404,58	2.404,58
Margem líquida (R\$ ha ⁻¹)	187,42	835,42	1.483,42
Lucratividade (%)	7,23	25,78	38,15
Ponto de equilíbrio (sc ha ⁻¹)	100,19	100,19	100,19

A cultura do milho obteve uma MOT positiva em todos os cenários. Isso demonstra que a atividade cobre os custos com depreciação do capital, seguros e gera a obtenção efetiva de lucros. Além disso, a margem líquida foi positiva para todos os cenários, indicando que a atividade remunera efetivamente todos os fatores de produção, obtendo valores de R\$ 187,42 ha⁻¹ para baixa produtividade, R\$ 835,42 ha⁻¹ para produtividade normal e R\$ 1.483,42 ha⁻¹ para alta produtividade (Tabela 6).

A lucratividade alcançou índices de 7,23%, 25,78%, 38,15% para o cenário de baixa, de média e de alta produtividade, respectivamente. Este índice indica a eficiência operacional, o que demonstra em que todos os cenários foram capazes de cobrir os custos. Em relação ao PE, seria necessário 100,19 sc ha⁻¹ de milho, com um preço de R\$24,00 sc⁻¹ para que a atividade não gerasse prejuízo, nem lucro.

Analisando a Tabela 7, verifica-se que a cultura da soja, assim como a cultura do milho, obteve tanto uma MOT, como uma ML positiva para os três cenários analisados. A lucratividade da soja foi positiva para os 3 cenários, sobressaindo em comparação com as outras culturas. Apresentando um PE de 29,38 sc ha⁻¹ para cobrir os custos de produção.

Tabela 7: Resultados econômicos estimados para a cultura da soja em três cenários de produtividade

Descrição	Baixa produtividade	Produtividade normal	Alta produtividade
Produtividade (sc ha ⁻¹)	39,6	49,5	59,4
Preço unitário (R\$ ha ⁻¹)	40	40	40
Receita bruta total (R\$ ha ⁻¹)	1.584,00	1.980,00	2.376,00
Custo operacional efetivo (R\$ ha ⁻¹)	906,54	906,54	906,54
Margem operacional efetiva (R\$ ha ⁻¹)	677,46	1.073,46	1.469,46
Custo operacional total (R\$ ha ⁻¹)	969,04	969,04	969,04
Margem operacional total (R\$ ha ⁻¹)	614,96	1.010,96	1.406,96
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	1.175,37	1.175,37	1.175,37
Margem líquida (R\$ ha ⁻¹)	408,63	804,63	1.200,63
Lucratividade (%)	25,8	40,64	50,53
Ponto de equilíbrio (sc ha ⁻¹)	29,38	29,38	29,38

Os resultados obtidos na tabela 8 com a cultura do trigo demonstra um baixo potencial de se obter um ML satisfatório com esta atividade. Um dos motivos é o baixo preço médio pago ao produtor, confirmado por meio do PE, no qual exige uma produção de 52,40 sc ha⁻¹ de trigo, para que a atividade pague os seus custos.

O cenário ruim de baixa produtividade, na cultura do trigo, apresentou uma MOT negativa de R\$ 170,89 ha⁻¹. Neste caso, a atividade não cobre os custos com depreciação do capital, seguros e não gera obtenção efetiva de lucros.

Levando em consideração a ML, apenas no cenário de alta produtividade apresentou valores positivos, com uma lucratividade de 2,96%. Nos demais cenários, tanto a ML como a lucratividade foram negativos. Nestes casos, conforme Floss (2009) não ocorre a remuneração efetiva de todos os fatores de produção. Sendo assim, apenas no cenário de alta produtividade foi capaz de cobrir os custos e gerar lucros. Entretanto, a cultura do trigo é importante, pois a mesma dilui os custos fixos totais da soja no sistema trigo-soja, além de evitar que áreas de terras fiquem em pousio no inverno.

Tabela 8: Resultados econômicos estimados para a cultura do trigo em três cenários de produtividade

Descrição	Baixa produtividade	Produtividade normal	Alta produtividade
Produtividade (sc ha ⁻¹)	36	45	54
Preço unitário (R\$ ha ⁻¹)	23	23	23
Receita bruta total (R\$ ha ⁻¹)	828	1.035,00	1.242,00
Custo operacional efetivo (R\$ ha ⁻¹)	936,39	936,39	936,39
Margem operacional efetiva (R\$ ha ⁻¹)	-108,39	98,61	305,61
Custo operacional total (R\$ ha ⁻¹)	998,89	998,89	998,89
Margem operacional total (R\$ ha ⁻¹)	-170,89	36,11	243,11
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	1.205,22	1.205,22	1.205,22
Margem líquida (R\$ ha ⁻¹)	-377,22	-170,22	36,78
Lucratividade (%)	-45,56	-16,45	2,96
Ponto de equilíbrio (sc ha ⁻¹)	52,4	52,4	52,4

A Tabela 9 demonstra a estimativa dos resultados econômicos total da propriedade no período de um ano, considerando a área cultivável de 148 ha com as culturas da soja, milho e trigo.

Tabela 9: Resultados econômicos totais estimados no ano agrícola em função de baixa produtividade, de produtividade normal e de alta produtividade.

Descrição	Baixa produtividade	Produtividade normal	Alta produtividade
Receita bruta total (R\$)	311.850,00	389.812,50	467.775,00
Custo operacional efetivo (R\$)	233.266,57	233.266,57	233.266,57
Margem operacional efetiva (R\$)	78.583,43	156.545,93	234.508,43
Custo operacional total (R\$)	249.016,57	249.016,57	249.016,57
Margem operacional total (R\$)	62.833,43	140.795,91	218.758,43
Custo total (R\$)	301.012,17	301.012,17	301.012,17
Margem líquida (R\$)	10.837,83	88.800,33	166.762,83
Lucratividade (%)	3,48	22,78	35,65

A MOT, ou seja, o quanto sobra ao produtor para remunerar o capital e gerar lucros foi positiva em todos os cenários, sendo de R\$ 62.833,43 para baixa produtividade, de R\$140.795,93 para média produtividade e de R\$ 218.758,43 para alta produtividade.

Observa-se que em todas as situações de produtividade, a atividade agrícola foi rentável, apresentando uma ML de R\$ 10.837,83, R\$ 88.800,33 e R\$ 166.762,83 para baixa, média e alta produtividade, respectivamente. Contudo, a lucratividade para baixa produtividade, apesar de ser positiva, foi baixa, a qual apresentou um índice de 3,48%, ou seja, neste cenário a atividade não gera um lucro residual satisfatório. Para as demais produtividades a lucratividade apresentou índices que podem ser considerados bons, os quais foram de 22,78% para média produtividade e 35,65% para alta produtividade.

4.7. Análise econômica de viabilidade

Conforme mencionado a atividade agrícola é extremamente dependente e influenciada pelas condições climáticas, as quais podem favorecer ou prejudicar determinada cultura, e isso afetará de maneira positiva ou negativa a liquidez do resultado da propriedade.

Considerando o contexto elucidado acima, fica difícil prever o resultado econômico de um ano agrícola. Berlato e Cordeiro (2012), afirmam que nos últimos 18 anos houve oito estiagens que causaram grande quebra das safras de grãos do Estado do RS. Isto vai ao encontro das ideias de Matzenauer et al. (2002) que demonstraram que em cada 20 anos no

RS, nove safras de soja têm suas produtividades reduzidas por deficiências hídricas, causadas pela baixa quantidade ou pela distribuição irregular da precipitação. Assim, optou-se por formar o fluxo de caixa considerando seis anos com produtividade normal e quatro anos com baixa produtividade, de maneira intercalada, excluindo a condição de alta produtividade, a fim de se obter uma maior representatividade e segurança da análise de viabilidade econômica.

O Quadro 1 demonstra a estimativa do fluxo de caixa já calculada, para o período de 10 anos de pagamento do projeto de investimento inicial, além dos índices de VPL, TIR e Payback. Observa-se um VPL positivo, o qual indica que o projeto consegue recuperar o investimento inicial, além de deixar um resultado de sobra, em valores de hoje, no caso de R\$99.873,13. Também, o projeto consegue remunerar aquilo que teria sido ganho se o capital tivesse sido investido na TMA de 10%.

Considerando a TIR, esta foi de 24%, sendo, portanto, superior à TMA de 10%, o que demonstra que há mais ganho investindo-se no projeto do que nesta taxa mínima de atratividade. Além disso, verifica-se que a TIR encontra-se com 14 pontos percentuais distantes da TMA, o que indica um baixo risco para o projeto em questão. Por fim, o Payback de 2,80 anos indica uma recuperação do investimento em um período de tempo curto, confirmando que o projeto possui baixo grau de risco.

Quadro 1: Estimativa do fluxo de caixa, VPL, TIR e Payback, em dez anos para pagamento do projeto de investimento inicial

Ano	Fluxo de caixa (R\$)
0	-175.851,15
1	86.558,90
2	20.290,78
3	86.558,90
4	-4.830,81
5	61.864,38
6	-3.976,68
7	62.718,51
8	-3.122,55
9	63.572,54
10	63.999,70
VPL (R\$)	99.873,13
TIR (%)	24
Payback (anos)	2,8

De acordo com Freitas et al. (1997, p. 51), “a atividade de tomar decisões é crucial para as organizações. Esta atividade acontece todo o tempo, em todos os níveis, e influencia diretamente o desempenho da organização”. Considerando este contexto, a análise econômica do projeto de investimento inicial é viável e passível de ser executado, portanto, a tomada de decisão sobre o projeto seria favorável para o investimento realizado. No entanto, convém ressaltar que os resultados econômicos utilizados para o fluxo de caixa podem ter uma variação na prática, pois os resultados com a produtividade baixa podem ser menores, em virtude da ocorrência de intempéries climáticas, as quais podem aumentar o índice de quebra de safra considerado, que no caso foi de 20% da produtividade normal.

5. Considerações Finais

A tomada de decisão é uma parte vital no mundo dos negócios, e se atribui sua aplicação aos negócios rurais. A busca por dados é fundamental para que sejam transformados em informações e a partir disto, organizá-los e processá-los a fim de tomar a melhor decisão possível.

Considera-se que o dimensionamento da mecanização, por meio de parâmetros técnicos, contribui para racionalização na seleção de máquinas e de implementos agrícolas, evitando o superdimensionamento e o aumento dos custos fixos de produção. E com isso, torna-se ferramenta de auxílio para que o produtor rural tome a decisão mais eficiente no momento do dimensionamento do seu maquinário.

Além disso, outro ponto importante para tomada de decisão do produtor rural é em relação às culturas que geram retorno econômico para a propriedade, onde se deve levar em consideração para qualquer investimento futuro, pois são elas as geradoras de lucros. Sendo assim, as culturas da soja e do milho apresentaram uma margem líquida positiva em todos os cenários de produtividade. Já a cultura do trigo obteve resultado positivo somente com alta produtividade, questão esta importante, pois o agricultor saberá o nível de investimento que deverá alocar para a cultura do trigo, sendo que seu retorno não é satisfatório.

E, por fim, verificou-se que para o projeto de investimento na propriedade rural o Valor Presente Líquido (VPL) foi positivo, a Taxa Interna de Retorno foi maior do que a Taxa Mínima de Atratividade e o período de recuperação foi curto. Tudo isso indica que o projeto de investimento é viável, portanto o produtor já possui uma decisão obtida da forma mais racional possível para ser tomada em relação ao investimento de sua propriedade.

6. Referências

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. *ASAE Standards EP 496.2 MAR03: Agricultural machinery management*. St. Joseph, Michigan, 2003a, p. 366-372.

ANTUNES, L. M.; RIES, L. R. *Gerência agropecuária: análise de resultados*. 3. ed. Guaíba: Agropecuária, 2001. 272 p.

ATARÉS, P. A. *Potencia de los tractores agrícolas: resumen de los datos de los ensayos OCDE realizados en los años 1997, 1998, 1999 y 2000*. Navarra: ASAJA Huesca. Boletín Extraordinario, 2001. 20 p.

BAIO, F.H.R. et al. Modelo de programação linear para seleção de pulverizadores agrícolas de barras. *Engenharia Agrícola*; Jaboticabal, v. 24, n. 2, mai./ago., 2004.

BALASTREIRE, L. A. *Máquinas agrícolas*. São Paulo: Manole, 1987.

BERLATO, M. A.; CORDEIRO, A. P. A. Variabilidade climática e agricultura do Rio Grande do Sul. Disponível em:<
http://www.ufrgs.br/srm/novo/publicacoes/Variabilidade%20Climatica_%20cap%20livro_ag_o05_Ana%20Paula.pdf>. Acesso em: 15 out. 2013.

BORGES, I. O.; MACIEL A. J. S.; MILAN M. Programa computacional para o dimensionamento de colhedoras considerando a pontualidade na colheita de soja. *Engenharia Agrícola*. Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 131-141, jan./abr. 2006.

BRINCKMANN, R. *Análise das Demonstrações Contábeis*. Contabilidade Aplicada à Administração, Curso de Administração, UFSC, Florianópolis. 2009.

CONTINI, E.; ARAÚJO, J. D.; GARRIDO, W. E. Instrumental Econômico para a Decisão na Propriedade Agrícola. In: CONTINI, E.; ARAÚJO, J. D.; OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO,

W. E. *Planejamento da Propriedade Agrícola: modelos de decisão*. 2ª ed. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1984. p.

CREPALDI, S. A. *Contabilidade rural: uma abordagem decisória*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

DOSSA, D. et al. *Aplicativo com análise de rentabilidade para sistemas de produção de florestas cultivadas e de grãos*. Colombo: Embrapa Florestas, 2000 56 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 39).

ERENO, L. H. Z. Estudo comparativo entre a utilização real e a determinada pelo planejamento da mecanização agrícola em empresas rurais de soja e arroz. 2008. 102 f. *Dissertação* (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós- Graduação em Engenharia Agrícola, Santa Maria, 2008.

FEIDEN, A. *Metodologia para Análise Econômica em Sistemas Agroecológicos - 1ª Aproximação: Análise de Culturas Individuais*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, dez. 2001. 30p.

FLOSS, L. G. *Conceitos básicos de administração rural*. Passo Fundo: Floss consultoria e Assessoria em Agronegócios Ltda. 2009. 76 p.

FREITAS, H. et al. *Informação e decisão: sistemas de apoio e seu impacto*. Porto Alegre: Ortiz, 1997. 214 p.

GABRIEL FILHO, A. et al. Sistema informatizado para seleção e custo de uso de equipamentos de preparo do solo. In: CONGRESSO E MOSTRA DE AGROINFORMÁTICA. 2000. Ponta Grossa. *Anais...* Ponta Grossa. Fundação ABC. Disponível em: <<http://www.infoagro2000.deinfo.uepg.br>>. Acesso em: 15 out. 2013.

GASSON, R. Goals and values of Farmers. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, v. 24, p. 521-537, 1973.

LIMA, A. P. de L. *et al. Administração da unidade de produção familiar: modalidades de trabalho com agricultores*. 3 ed. Ijuí: Unijuí, 2005.

LOURENZANI, W. L. Modelo Dinâmico para a Gestão Integrada da Agricultura Familiar. 210p. *Tese* (doutorado em Engenharia da Produção) Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.

MATZENAUER, R. *et al. Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: FEPAGRO, 2002. 105 p. (Boletim Fepagro, 10).

MIALHE, L. G. *Manual de mecanização agrícola*. São Paulo: Ceres, 1974. 301p.

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

REIS, R. P. *Fundamentos de economia aplicada*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2007.

SANTOS, G. J. dos *et al. Administração de custos na agropecuária*. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTOS, P. M. dos. Modelagem do desempenho em tração de conjuntos mecanizados visando ao dimensionamento do trator. 2010. 154f. *Monografia* (tese) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2010.

SCHLOSSER, J. F. *Administração de máquinas agrícolas*. Santa Maria: Núcleo de Ensaio de Máquinas Agrícolas, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 1998. 100p. Série Técnica – Módulo 6.

SOFFNER, R.K.; MILAN, M.; RÍPOLI, T.C.C. Gerenciamento global de sistema agrícola em unidades sucroalcooleiras através de programação linear. *Stab - Açúcar, Álcool e Derivados*, Piracicaba, v.11, n.5, p.16-20, 1993.

SIMON, H. A. *Comportamento administrativo: estudo dos processos decisórios nas organizações administrativas*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1979. 311 p.

SOUZA, A. C. *Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações*. 6. ed. 4. São Paulo: Atlas, 2008.

TACHIBANA, A. Um modelo para avaliar sistemas mecanizados para aplicação de defensivos em culturas perenes. 2000. 86 p. *Dissertação* (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

VIEIRA, E. P.; BRIZOLLA, M. M. B. *A influência da mecanização da atividade agrícola na composição do custo de produção*. 2007. Disponível em: <http://www.furb.br/congressocont/_files/CCG%20152.pdf>. Acesso em: 15 out 2013.

WERNER, V. Análise econômica e experiência comparativa entre agricultura de precisão e tradicional. 2007. 133f. *Tese* (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Santa Maria, RS, 2007.