

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

***METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA PARA
DECISÃO ENTRE RENOVAÇÃO OU REFORMA DE
TRATORES AGRÍCOLAS***

Diego Onofre Vidal
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL
Novembro de 2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

***METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA PARA
DECISÃO ENTRE RENOVAÇÃO OU REFORMA DE
TRATORES AGRÍCOLAS***

Diego Onofre Vidal

**Orientador: Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva
Coorientador: Prof. Dr. David Ferreira Lopes Santos**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

V648m Vidal, Diego Onofre
Metodologia de avaliação econômica para a decisão entre
renovação ou reforma de tratores agrícolas / Diego Onofre Vidal. --
Jaboticabal, 2018
38 p. : il., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Rouverson Pereira da Silva
Coorientador: David Ferreira Lopes Santos

1. Análise de investimento. 2. Citricultura. 3. Mecanização. 4.
Simulação de Monte Carlo. 5. Fluxo de Caixa Descontado. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA PARA DECISÃO ENTRE
RENOVAÇÃO OU REFORMA DE TRATORES AGRÍCOLAS

AUTOR: DIEGO ONOFRE VIDAL

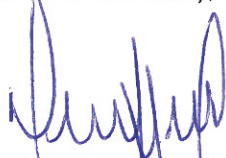
ORIENTADOR: ROVERSON PEREIRA DA SILVA

COORIENTADOR: JORGE WILSON CORTEZ

COORIENTADOR: CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI

COORIENTADOR: DAVID FERREIRA LOPES SANTOS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. DAVID FERREIRA LOPES SANTOS
Departamento de Economia, Administração e Educação / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. CRISTIANO ZERBATO
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Dr. Supervisor MARCELO TUFAILE CASSIA
Cana da Cambuhy Agrícola Ltda / Matão/SP



Prof. Dr. MARCELO BOAMORTE RAVELLI
Centro de Administração e Tecnologia / UNIARA - Araraquara/SP



Prof. Dr. TIAGO RODRIGO FRANCKETTO
Departamento de Engenharia Agrícola/UFSM / Santa Maria/RS

Jaboticabal, 30 de novembro de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DIEGO ONOFRE VIDAL – nascido em São Carlos, interior de São Paulo, no dia 09 de novembro de 1982, filho de Dagoberto Vidal e Ângela de Fátima de Onofre Vidal. cursou o Ensino Fundamental e Médio na Escola Diocesano La Salle, Cecília Meirelles e na Escola Objetivo, em São Carlos, tendo finalizado o Ensino Médio no ano de 1999. Ingressou no Ensino Superior no ano de 2000 no curso de Agronomia, na Faculdade de Agronomia Dr. Francisco Maeda - FAFRAM, em Ituverava, São Paulo, concluindo-o no ano de 2006. Durante a graduação, atuou como expositor em três edições da Agrishow, realizou estágios em instituições de pesquisa. Em 2007, ingressou-se no mercado de trabalho, atuando como supervisor de colheita e plantio mecanizado de cana-de-açúcar e atualmente é Gerente de Manutenção e Novas Tecnologias na fazenda Cambuhy Agrícola LTDA, em Matão, São Paulo. No ano de 2011, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, no programa de Ciência do Solo, pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Câmpus de Jaboticabal, São Paulo, desenvolvendo suas pesquisas e estudos no Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA), localizado no Departamento de Engenharia Rural da mesma universidade. Em julho de 2013, submeteu-se à banca examinadora para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

*“Eu jamais colocarei meu nome em um produto que
não tenha em si o melhor que há em mim.”*

JOHN DEERE

Aos meus pais Dagoberto Vidal e Ângela de Fátima de Onofre Vidal.

DEDICO.

À minha esposa Natalia Garlipp Vidal.

A minha filha Manuela Garlipp Vidal.

A todos os meus familiares e amigos.

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a DEUS, que esteve comigo e me abençoou em todos os momentos da minha vida, me guiando para que eu escolhesse esta profissão que exerço hoje com muito orgulho.

Aos meus queridos pais, Dagoberto Vidal e Ângela de Fátima de Onofre Vidal, que me ensinaram os caminhos certos a serem percorridos durante minha infância e adolescência para que hoje pudesse me tornar o homem que sou. Agradeço também pelo amor, compreensão e quero dizer que amo vocês.

A minha esposa Natalia Garlipp Vidal pelo amor, dedicação, paciência e companheirismo por todos os anos aos quais estamos juntos. Eu te amo muito e quero viver todos os dias da minha vida ao teu lado. Não poderia deixar te de agradecer por ter me dado de presente a benção de ser pai da nossa Manu.

Gostaria de agradecer a chegada da nossa filha Manuela Garlipp Vidal, que me motiva a cada dia ser uma pessoa melhor. Amo muito você minha filha.

Ao meu irmão Daniel Onofre Vidal pelo exemplo de pessoa e de filho ao qual eu pude me espelhar em muitos momentos seguindo os teus passos. Agradeço também minha cunhada Ana Paula Raizaro, por ter nos abençoado com a linda e tão amada Maria Clara Raizaro Vidal e também por ter nos convidados para ser os padrinhos dessa princesa e claro não poderia deixar de lembrar do nosso menino prodígio Dante Raizaro Vidal.

Não poderia deixar de agradecer meus cunhados Monike Garlipp Picchi e Luiz Claudio Picchi, que também estão sempre me apoiando e também nos deram o imenso prazer de além de ser padrinhos de mais uma princesa que se chama Isabela Garlipp Picchi somos tios e da menina mais meiga que conheço que é a JUJU e do nosso caçulinha Théo.

Ao amigo e orientador, Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva, pela parceria no desenvolvimento de projetos e pelo imensurável conhecimento agregado ao longo do período de convívio, por acreditar no meu potencial e pela dedicação não só nas informações transmitidas e no suporte necessário para elaboração deste trabalho, mas, sobretudo gostaria de agradecer a compreensão em relação aos meus horários de trabalho.

Agradeço em especial ao auxílio e orientação do amigo e Coorientador Prof. Dr. David Ferreira Lopes Santos, o qual foi de extrema importância para a elaboração deste trabalho. Gostaria de destacar o seu comprometimento e disponibilidade no desenvolvimento das atividades e também pelo imensurável conhecimento agregado ao longo do período de convívio. Espero sinceramente que esta parceria tenha continuidade.

À Empresa Cambuhy Agrícola LTDA, pela possibilidade de realização deste trabalho, por todo o apoio e respaldo fornecido durante o desenvolvimento do mesmo, em especial para Alexandre Tachibana que acreditou no meu potencial e me apoiou nesta etapa.

À Faculdade de Agronomia de Ituverava – FAFRAM, a todos seus professores e funcionários que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação, e em especial aos estimados amigos que encontrei durante estes anos.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Campus de Jaboticabal, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal).

Ao Departamento de Engenharia Rural da FCAV, aos seus professores e funcionários, que de alguma forma colaboraram com minha formação e realização deste trabalho.

A todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para tornar este momento possível, por meio de conselhos, palavras amigas e momentos de sabedoria, fica aqui a minha gratidão.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xi
SUMMARY.....	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Cenário atual e perspectivas da citricultura Brasileira	4
2.2 Mecanização agrícola	5
3 MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1 Modelo de Regressão com Dados em Painel	11
3.2 Fluxo de caixa descontado.....	13
3.3 Modelo de Simulação de Monte Carlo	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5 CONCLUSÕES	31
6 REFERÊNCIAS	32
7 APÊNDICE.....	36

Lista de Tabelas

TABELA		Página
1.	Características técnicas dos tratores utilizados.	09
2.	Resultados descritivos das variáveis de custos desembolsáveis dos tratores da amostra/hora.	17
3.	Resultados da análise de regressão com dados em painel, considerando como variável dependente custo unitário total.	18
4.	Estimativa da taxa de crescimento média dos custos de um trator no tempo.	20
5.	Valores mínimos e máximos de custo das variáveis de manutenção de cada período das maquinas do grupo (A) os cenários I e II.	36
6.	Valores mínimos e máximos de custo das variáveis de manutenção de cada período das maquinas do grupo (B) os cenários I e II.	37
7.	Valores mínimos e máximos de custo das variáveis de manutenção de cada período das maquinas do grupo (C) os cenários I e II.	38
8.	Resultados médios em estrutura de fluxo de caixa das 10.000 simulações para os cenários I e II, para os tratores do grupo (A).	23
9.	Resultados médios em estrutura de fluxo de caixa das 10.000 simulações para os cenários I e II, para os tratores do grupo (B).	24
10.	Resultados médios em estrutura de fluxo de caixa das 10.000 simulações para os cenários I e II, para os tratores do grupo (C).	25
11.	Análise estratificada do desempenho de cada elemento de custo para os grupos de tratores (A), (B) e (C).	26
12.	Probabilidades analisadas pela Simulação de Monte Carlo para os tratores dos grupos (A), (B) e (C).	28

Lista de Figuras

FIGURA		Página
1.	Fotos dos 3 modelos de tratores avaliados	9
2.	Representação dos sistemas reformados dos tratores	10
3.	Fluxo das etapas desenvolvidas nessa pesquisa	11
4.	Probabilidades analisadas pela Simulação de Monte Carlo para os tratores do grupo (A).	29
5.	Probabilidades analisadas pela Simulação de Monte Carlo para os tratores do grupo (B).	29
6.	Probabilidades analisadas pela Simulação de Monte Carlo para os tratores do grupo (C).	30

METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA PARA DECISÃO ENTRE RENOVAÇÃO OU REFORMA DE TRATORES AGRÍCOLAS

RESUMO

Decidir entre comprar ou reformar tratores agrícolas e quando fazê-lo é um problema rotineiro para produtores rurais e uma questão ainda não explorada na bibliografia, em que pese, sua importância à competitividade da atividade, especialmente, quando esta decisão volta-se para tratores de pneus, principal ativo para atividade mecanizadas. Objetivou-se neste trabalho construir e validar uma metodologia de avaliação econômica para apoiar o processo decisório entre comprar ou reformar tratores de pneus utilizados na pulverização de pomares de citros. Construiu-se um banco de dados com informações operacionais e financeiras trimestrais de 47 tratores, entre os anos de 2009 e 2017. A metodologia combinou a utilização de um modelo empírico de Regressão com Dados em Painel e o Fluxo de Caixa Descontado, em que as incertezas foram controladas por meio de simulação de Monte Carlo. A renovação da frota para os modelos utilizados deve ocorrer no quarto ano, em decorrência do crescimento dos custos, associado ao benefício fiscal e ao impacto econômico dos investimentos e à revenda dos tratores no fluxo de caixa.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de Investimento. Citricultura. Mecanização. Pulverização. Simulação de Monte Carlo. Fluxo de Caixa Descontado.

ECONOMIC EVALUATION METHODOLOGY FOR DECISION BETWEEN RENEWAL OR REFORM OF AGRICULTURAL TRACTORS

ABSTRACT

The decision between to buy or renovate agricultural tractors and when to do so is a routine problem for rural producers is an issue not yet explored in the bibliography, despite its importance to the competitiveness of the activity, especially when this decision is about agricultural tires tractors, main active for mechanized activities. The objective of this work was to construct and evaluate an economic evaluation methodology to support the decision-making process between buying and renovating tire tractors used in the spraying of citrus orchards. A database with quarterly operational and financial information of 47 equipment's was constructed between 2009 and 2017. The methodology combined the use of an empirical model of Panel Data Regression with Discounted Cash Flow, in which the uncertainties were controlled by means of Monte Carlo simulation. The renewal of the fleet for the models used should occur in the fourth year, due to the increase in costs, associated with the tax benefit and the economic impact of the investments and the resale of the tractors in the cash flow.

KEYWORDS: Investment analysis. Citriculture. Mechanization. Pulverization. Simulation of Monte Carlo. Discounted Cash Flow.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o Brasil se consolidou como o maior produtor mundial de laranja e maior exportador de suco concentrado de laranja, sendo que o Estado de São Paulo é responsável por 73% da produção nacional (ERPEN, 2018).

De acordo com Fundecitrus (2018) a estimativa da safra de laranja 2018/19 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro, é de 288,29 milhões de caixas (40,8 kg/caixa), mas, no entanto, essa previsão é 28% menor que a safra 2017/18, finalizada em 398,35 milhões de caixa. O Fundo ainda cita que a produção de laranja em São Paulo e Triângulo/Sudoeste de Minas Gerais ocorrem em uma área de 465.635 mil hectares em 2018.

Em que pese a importância econômica da produção de laranjas para o Brasil, o desempenho econômico e financeiro da atividade ao nível dos produtores rurais caracteriza-se por margens e rentabilidade restritas. (CASSIA, 2016).

A busca por melhores margens e rentabilidade, proporcionaram o aumento da utilização de máquinas agrícolas, visando o aumento da eficiência das operações e conseqüentemente a redução do custo de produção.

O fato da maior utilização de maquinários no ambiente de produção exige maior dispêndio de investimentos nestes ativos e assume maior participação nos custos da produção, fato este que aumentou a importância no gerenciamento deste processo, a fim de se obter o menor custo possível da operacionalização do sistema de produção.

Silva (2017) relata que a automação da produção agrícola proporciona mudanças na estrutura dos custos das organizações rurais, proporcionando em geral significativa redução dos custos com mão de obra e um maior controle do processo de gestão das atividades agrícolas. Por outro lado, a automação requer investimentos contínuos em novas tecnologias e uma capacidade absorviva organizacional destas novas tecnologias.

Esses fatores aliados a busca pelo aumento de produtividade, competitividade e rentabilidade faz com que as empresas agrícolas potencializem seu sistema produtivo como um todo, por meio da otimização

das operações que o envolve, objetivando o aumento da capacidade operacional e redução nos custos de produção (SILVA, 2017)

Frente a essa realidade, é que muitos trabalhos, tanto nacionais (SIMÕES et al., 2015) como internacionais, se debruçam não apenas sobre os aspectos agrônomo, mas também econômicos (GALLARDO e BRADY, 2015; JULIAN e SEAVERT, 2011).

Os avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas têm contribuído para que, de forma exponencial, as empresas busquem técnicas de análise de investimentos mais sofisticadas, e a partir dessas novas técnicas buscam ser mais precisas e considerar algumas variáveis que complementam as técnicas tradicionais, como o Fluxo de Caixa Descontado – FCD (COSTA et al. 2015).

O FCD é a principal metodologia empregada para analisar investimentos empresariais e sua aplicação no agronegócio é largamente utilizada. Por meio do FCD é possível obter o Valor Presente Líquido (VPL) que é o principal parâmetro de decisão empresarial em razão de o resultado expressar a capacidade do investimento em adicionar ou subtrair valor ao investimento inicial, portanto, investimentos viáveis serão aqueles que apresentarem VPL positivo.

Dentre as diversas metodologias de avaliação de empresas, a avaliação por fluxo de caixa descontado continua sendo a mais adotada na atualidade, tanto no meio acadêmico como no profissional (COSTA et al. 2015; BLOCK, 2007; STOUT et al. 2008; BENNOUMA et al, 2010).

Há uma dificuldade, contudo, em avaliar projetos de investimentos cujo impacto esperado no fluxo de caixa seja apenas redução de custo. Essa decisão ocorre, especialmente, na comparação entre máquinas em processos industriais e agrícolas. Acredita-se que esta pode ser uma das razões para muitos estudos financeiros na área de mecanização agrícola se concentrarem somente no apontamento de custos.

Oliveira (2012) destaca que, embora a metodologia do FCD seja considerada por diversos autores como a mais adequada para a avaliação de empresas no contexto atual, seu caráter projetivo remete a um componente de incerteza presente em todos os modelos baseados em expectativas futuras o risco de as premissas de projeção adotadas não se concretizarem.

Estudos como os de Oliveira (2012), sugerem a utilização de ferramentas estocásticas complementares para a análise e mensuração dos riscos inerentes ao modelo de avaliação pelo fluxo de caixa descontado. Tais ferramentas, segundo esse autor, incorporam ao modelo o risco de que cada uma das variáveis estimadas assuma um valor diferente do planejado.

Ainda de acordo com Oliveira (2012) uma das alternativas para a mensuração do risco inerente à avaliação de empresas pelo fluxo de caixa descontado consiste na incorporação da Simulação de Monte Carlo ao modelo de avaliação determinístico convencional, desenvolvendo-se assim um modelo estocástico que, como tal, permite uma análise estatística do risco.

Entre as vantagens de se trabalhar com simulações na análise de investimento, Garcia, Barros e Lustosa (2010) ressaltam que a simulação pode representar um fator positivo na tomada de decisões, uma vez que permite a realização de inferências, por meio de experimentos, sobre o comportamento das variáveis envolvidas na decisão. Isso porque, acrescentam os autores, proporciona à direção a possibilidade de examinar e avaliar diversos planos muito antes de acatar ou não projetos importantes.

Observa-se que estudos de viabilidade financeira para a troca de tratores na grande maioria são realizados em referência a uma frota de tratores com idade avançada e, por este motivo, nota-se que os resultados sempre apontam a troca do trator devido a sua idade, não importando a sua utilização em horas trabalhadas.

Outro ponto de destaque para realizar o estudo de viabilidade financeira é o entendimento referente aos custos despendidos para a reforma parcial dos tratores, ou seja, não se deve considerar apenas a revitalização do motor como reforma parcial e sim deve se considerar a revitalização dos componentes do equipamento de maneira geral.

Pressupondo-se que o custo da substituição dos tratores agrícolas utilizados na pulverização da cultura de citros possa ser mais vantajoso do que a reforma destes, objetivou-se neste trabalho apresentar uma metodologia de avaliação econômica para verificar a viabilidade da reforma ou da aquisição de tratores agrícolas de pneus utilizados na pulverização de pomares de citros, utilizando-se um banco de dados com informações operacionais e financeiras

trimestrais de 47 equipamentos, entre os anos de 2009 e 2017, buscando diminuir as incertezas por meio da simulação de Monte Carlo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cenário atual e perspectivas da citricultura Brasileira

O Brasil tem papel fundamental no cenário citrícola mundial, atualmente o país é maior produtor mundial de laranja e maior exportador de suco concentrado. Embora o Brasil tenha destaque no cenário citrícola mundial, existe uma crescente preocupação com a sustentabilidade do cultivo de citros no país.

A grande dificuldade da citricultura brasileira está no campo, o desafio é conseguir produzir frutas que atendam às exigências do mercado interno e que despertem, cada vez mais, o interesse do mercado externo. Diferente do que consumimos no Brasil, o mercado externo prefere frutas menores e sem sementes. Encontrar um equilíbrio entre as exigências destes dois mercados é, então, uma tarefa difícil.

Para complicar, hoje o produtor tem que conviver com o Greening que é uma doença associada à bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus*, transmitida pelo psilídeo asiático dos citros, *Diaphorina citri* Kuwayama (*Hemiptera: Liviidae*). Esta doença afeta os pés de laranja prejudicando o desenvolvimento dos frutos, que adquirem sabor mais ácido e amargo e caem precocemente.

Alcantara (2017) descreve o setor citrícola sendo um dos mais competitivos do agronegócio brasileiro. Entretanto, existem condições adversas como o aumento dos pomares afetados por Greening que desafiam a estratégia competitiva deste setor. Asato (2018) comenta ainda que o Greening é uma das mais importantes doenças da citricultura, por sua rápida disseminação, impacto na produção e qualidade de fruta e elevada dificuldade de controle. Esta doença é grave e já obrigou muito produtor rural a sair da citricultura.

Tanto no Brasil, quanto na Flórida, muitos citricultores e indústrias de suco cítrico estão sofrendo os danos impostos pelo progresso dessa doença

em suas regiões. Não há métodos de controle curativos para o HLB e prevenir a infecção das plantas é fundamental no controle da doença (JUNIOR, 2010).

O manejo sistemático do vetor é uma das principais medidas adotadas para prevenir novas infecções por psilídeos que chegam de fontes externas de inóculo (ASATO, 2018). Isso é tentativamente conseguido com o plantio de mudas sadias, eliminação de plantas doentes e controle do inseto vetor (*Diaphorina citri*) (JUNIOR, 2010).

Para obter sucesso no controle do vetor do Greening e consequentemente reduzir a transmissão primária e secundária da doença, foi necessário ao produtor aumentar a incidência das pulverizações de produtos químicos por meio de tratores agrícolas nos pomares. A demanda gerada pelo aumento das pulverizações mecanizadas ocasionou em algumas propriedades o aumento em até 300% na utilização dos ativos.

Segundo Tachibana (2004) as tecnologias disponíveis nos equipamentos, possibilitam que sejam efetuadas entre 30 e 40 pulverizações ao longo do ano.

A alta utilização de máquinas nas operações agrícolas tende a ocasionar de forma prematura o desgaste dos componentes dos equipamentos e, em consequência deste desgaste, o produtor tem maior custo produção, o qual está diretamente relacionado ao aumento dos reparos de manutenção ao longo da vida útil dos equipamentos. A utilização média dos tratores na atividade de pulverização da empresa agrícola aqui citada está entre 3.000 a 3.500 horas/ano.

2.2 Mecanização agrícola

De acordo Emami (2018) a atividade agrícola tem um significado amplo que inclui a produção, distribuição e utilização de uma variedade de máquinas e equipamentos visando à produção agrícola. Mrema et al. (2014) afirmam que a utilização de máquinas agrícolas tem como desafio, atuar de forma a melhorar a sustentabilidade de todo sistema agrícola, pois, como relatado Emami (2018) a mecanização agrícola pode ser definida como uma aplicação econômica da tecnologia de engenharia para aumentar a eficiência e a produtividade do trabalho.

Schmitz e Moss (2015) relatam que a tecnologia dos equipamentos exige dinâmica e condições regionais e que, em países em desenvolvimento a agricultura ainda tem forte dependência do trabalho manual. No entanto, devido à crescente escassez de mão de obra nos países em desenvolvimento, Nepal e Thapa (2009) afirmam que em futuro próximo a falta de máquinas poderá inviabilizar a produção agrícola em escala comercial nestes países, pois de acordo com Bagheri e Bordbar (2014) a mecanização minimiza o uso de mão de obra na agricultura e contribui para o aumento na renda dos produtores.

Oliveira (2000) comenta que no caso de tratores agrícolas o acompanhamento sistemático do desempenho e os cálculos dos custos operacionais, ao longo da vida útil, são fatores fundamentais para o seu uso racional. A autora ainda descreve que qualquer máquina pode ter sua vida útil prolongada, não fosse o fato do obsolescência e de que os custos operacionais, a partir de um determinado instante, tornam antieconômico o seu uso.

Segundo Pacheco (2000), a renovação do maquinário é uma decisão importante e está relacionada com o custo de utilização da máquina, no entanto, não há discussão teórica, a partir de evidências empíricas sobre qual o momento ideal de substituição dos equipamentos de forma que o investimento seja totalmente recuperado e, ainda, permita o retorno econômico ao proprietário.

Gameiro et al. (2009) afirmam que métodos mecanizados têm custos de aquisição que, à primeira vista, podem ser proibitivos aos pequenos agricultores. Porém, se houver disponibilidade de análises de custo dos impactos da mecanização na cadeia produtiva, haverá vantagens na adoção de sistemas mais modernos.

Segundo Silva et al. (2015) os custos de um trator podem ser divididos em duas parcelas: os custos fixos e os custos operacionais ou variáveis. O autor ainda descreve que os custos fixos são aqueles que devem ser debitados independentemente da utilização da máquina ou implemento, envolvendo os gastos indiretos ou de capital, ou seja, as despesas efetuadas sem cogitar a recuperação a curto prazo. São chamados de custos fixos por permanecerem constantes, independente da produção. Por outro lado, os custos variáveis representam gastos diretos que constituem toda a despesa atual e direta de um

sistema de produção agrícola, sendo também chamados de custos operacionais.

Além dos custos operacionais envolvidos no uso de uma frota serem significativos, os dispêndios com recursos para investir em mecanização podem representar até 65% do orçamento de grandes propriedades rurais. Diante disso, a avaliação econômica torna-se uma técnica imprescindível ao processo decisório, pois a sua ausência ou emprego incorreto pode comprometer a longevidade da empresa rural (BANCHI e LOPES, 2015).

Coelho (2016) destaca a importância da avaliação do custo operacional de máquinas como alternativa de melhor planejamento no uso e na gestão financeira dos investimentos realizados. Este parâmetro pode ser obtido pelos componentes de custos fixos e variáveis.

De acordo com IBGE (2017) em um período de 11 anos (2006 a 2017) houve uma diminuição de cerca 1,5 milhões de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agropecuários, incluindo produtores, seus parentes, trabalhadores temporários e permanentes. A média de ocupados por estabelecimento também caiu de 3,2 pessoas, em 2006, para 3 pessoas, em 2017. Em sentido oposto, o número de tratores cresceu 49,7% no período e chegou a 1,22 milhão de unidades. Em 2017, cerca de 734 mil estabelecimentos utilizavam tratores; reforçando a importância deste estudo para o agronegócio brasileiro e, especialmente, para a citricultura.

A fim de encontrar o ponto de equilíbrio para a renovação de tratores Oliveira (2000) e Grejianin (2014) utilizaram o método do custo anual equivalente (CAE), pelo qual é possível determinar-se a idade de substituição dos tratores, a partir do custo operacional e do fluxo de caixa do trator. Oliveira (2000) verificou com a aplicação do CAE que a idade de substituição de uma máquina depende do valor inicial, das despesas anuais com o trator, do valor de revenda em cada ano e da taxa de desconto.

A perda de capital provocada pela diminuição do valor residual, calculado pelo CAE, em determinados casos pode inviabilizar o uso econômico da máquina. Notou-se que com a aplicação do CAE, a idade de substituição de uma máquina vai depender do valor de compra, das despesas anuais de manutenção com o trator e do valor de revenda do trator (GREJIANIN, 2014).

A determinação do momento adequado para a troca do equipamento é de suma importância, visto que esse fato tem total implicação no custo do projeto. Quanto à durabilidade de um equipamento, é preciso considerar tanto o ponto de vista físico como o econômico, visto que o tempo de utilização de uma máquina pode ser prolongada por uma manutenção constante, mas seus gastos podem superar as despesas de aquisição de uma nova (BANCHI, 2012)

Segundo Banchi (2012), o ponto ótimo de substituição é determinado com base no avanço do Custo com Reparo e Manutenção (CRM) em função da idade dos equipamentos, ou seja, quando o CRM de um equipamento velho se torna superior ao valor da parcela do financiamento de um equipamento novo, acrescido de suas próprias despesas de manutenção, se faz necessária a substituição do mesmo.

Banchi (2012) conclui que ao prolongar a vida útil, por via de regra, gera-se um custo de manutenção mais elevado. Isso ocorre devido à falência dos sistemas mecânicos, elétricos e eletrônicos, à corrosão da chaparia, à deterioração e à quebra de acessórios, entre outros. O autor ainda descreve que esses gastos obedecem a uma função matemática crescente e podem atingir situações proibitivas, isto é, valores maiores que os aceitáveis pelo mercado. Além disso, esses equipamentos passam a apresentar uma baixa e inaceitável produtividade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa tem natureza aplicada com finalidade exploratória por buscar junto à realidade empírica a avaliação da viabilidade econômica para a troca de tratores de pneus utilizados na pulverização da cultura de Citros.

O estudo foi desenvolvido em uma empresa agrícola produtora de citros na região de Matão – SP, com área de 10.000 hectares e 2,5 milhões de plantas cítricas. O parque de máquinas é composto por 115 máquinas agrícolas, sendo 90% de tratores de 70 a 100 cv.

Para aumentar a confiabilidade da análise, as simulações ocorreram ao nível de cada componente do custo unitário do trator (lubrificante, manutenção, combustível e mão de obra) e para cada período, entre os anos de 2009 a

2017. Na Tabela 1 encontram-se as principais características dos tratores avaliados.

Tabela 1. Características técnicas dos tratores utilizados.

Grupo	Quantidade	Marca*	Modelo	Potência**	Tração	Cabine	Ano
A	20	JD	5078E	57,4/78	4x2 TDA	Sim	2014
B	17	MF	4283	63,5/85	4x2 TDA	Sim	2011
C	20	MF	283	63,5/85	4x2 TDA	Sim	2009

* JD: John Deere¹; MF: Massey Ferguson². **Potência em kW/cv.
Fonte: John Deere (2018) e Massey Ferguson (2018).

A Figura 1 traz as fotos ilustrativas dos tratores avaliados.

Figura 1. Fotos dos três modelos de tratores analisados



Fonte: Registros da propriedade

Na região do estudo predomina o clima considerado subtropical, classificado como Cwa pelo método de Köppen, caracterizado por apresentar duas estações bem definidas, com verão quente e úmido, e inverno frio e seco.

Os principais tipos de solos, predominantes nas áreas de produção avaliadas, Argissolo, Latossolo e Neossolo com textura média à argilosa e predominantemente eutróficos.

¹ John Deere. **Série 5E - Tratores John Deere.** Disponível em: <https://www.deere.com.br/pt/magazines/publication.html?id=69e071e2>. Acesso em 10/nov./2018.

² MASSEY FERGUSON. **Especificações MF 4283.** Disponível em: <http://www.masseyferguson.com.br/assets/especificacaoProduto/Serie%204200%20MF%204283%20BAIXA%20FOP.pdf>. Acesso em 10/nov./2018.

Para compor a estrutura de dados a ser analisada foi realizado um levantamento trimestral dos custos de cada equipamento por marca e modelo.

Os dados foram coletados por meio de seu histórico de utilização, utilizando como base a data do início das atividades de cada trator até o seu sucateamento ou venda, ou seja, vida útil final de cada equipamento. Para a realização deste trabalho foram utilizados os dados de 47 tratores, coletados de 05/2009 a 04/2017.

Sabendo-se que a evolução dos custos unitários de manutenção de uma máquina reformada parcialmente tende a ser maior que o de uma máquina nova, buscou-se encontrar na bibliografia materiais que comprovassem este fato. Após realizar levantamento de material empírico abordando o assunto nada foi encontrado.

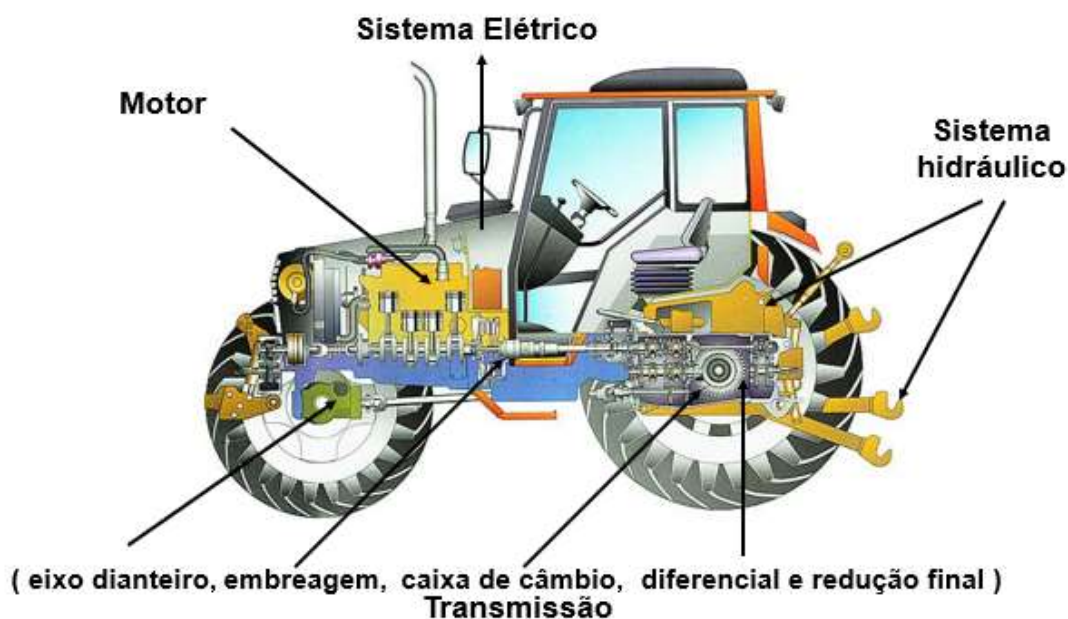
Para a elaboração do estudo foram avaliados dois cenários distintos:

Cenário I - Substituição do equipamento utilizado por outro equipamento novo.

Cenário II - Reforma parcial (motor; transmissão; sistema elétrico e pneus) do equipamento utilizado para recuperar suas condições originais de trabalho.

A Figura 2 traz, de forma ilustrativa, os sistemas reformados dos tratores para o Cenário II.

Figura 2. Representação dos sistemas reformados dos tratores



Fonte: Registros da propriedade

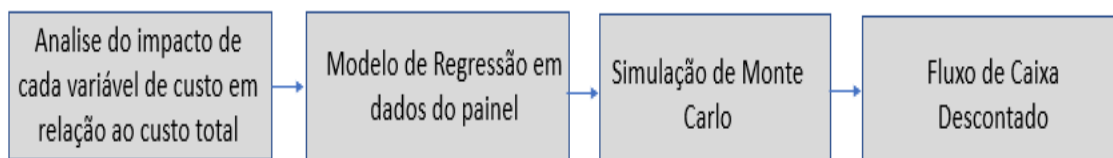
A tentativa de encontrar dados reais da evolução de custo para um trator reformado, foram realizadas abordagens com 3 especialistas no assunto (profissionais acadêmicos e não acadêmicos), que confirmaram desconhecer materiais com tais referências e ou dados para estabelecer tais parâmetros. Os especialistas ainda afirmaram por meio de suas experiências que um trator reformado parcialmente apresentará a evolução do custo unitário de maneira mais elevada em comparação a um equipamento novo e que este fato se deve pela reforma ser executada de maneira que alguns componentes não serão revitalizados o que ocasionará a sua falha precocemente. Estas afirmações corroboram aos estudos realizados por Oliveira (2000) e Banchi (2012).

Por último, foram consultadas empresas no mesmo ramo de atividade agrícola, a fim de coletar dados referentes a evolução dos custos unitários de manutenção de tratores reformados de maneira parcial e não se obteve sucesso. Todas as empresas responderam não possuir tais informações para disponibilizar.

Devido à falta de material empírico abordando a evolução de custo de manutenção para tratores parcialmente reformados este trabalho propõe uma metodologia para estabelecer o parâmetro de evolução destes a partir do modelo de regressão com dados do painel utilizando-se as informações de custo real aplicadas em uma máquina nova.

A Figura 3 ilustra o processo da pesquisa para o alcance do objetivo.

Figura 3. Fluxo das etapas desenvolvidas nessa pesquisa



Fonte: Registros da propriedade

3.1 Modelo de Regressão com Dados em Painel

A análise de regressão com dados em painel foi utilizada a fim de se identificar os estimadores de cada variável que forma o custo de uma máquina. Em que pese o conhecimento sobre os principais elementos que compõem o custo de uma máquina, sabe-se que os mesmos não são uniformes e únicos nas (referências bibliográficas). Assim, há a necessidade de se identificar de forma parcimoniosa o impacto de cada elemento no custo do produto.

A análise de regressão com dados em painel mostrou-se como melhor alternativa metodológica para este estudo pelo seu potencial de combinar dados transversais com séries temporais, o que aumenta o número de observações e permite extrair informações moderando o efeito tempo, que para este estudo se faz necessário em razão, também, da necessidade de mensurar a dimensão do aumento dos custos operacionais com o envelhecimento do trator.

A técnica utilizada neste estudo foi o efeito fixo com mínimos quadrados ponderados. Optou-se pelo efeito fixo, pois a amostra compreende três modelos de máquinas distintos, assim, há uma diferença de modelos e fabricantes e, portanto, os resultados não podem ser tomados como “aleatórios”. Em tempo, no emprego da técnica com Mínimos Quadrados Ordinários identificou-se a presença de heteroscedasticidade, o que reflete que as variáveis não apresentam distribuição de variância uniforme ao longo do tempo e entre os modelos e por isso, optou-se pelos mínimos quadrados ponderados para corrigir esse efeito (GUJARATI, 2006).

Apesar do emprego de todas as variáveis possíveis para explicar o custo unitário das máquinas, o modelo apresentou endogenia, pois a constante foi significativa. Acredita-se que fatores comportamentais no manuseio da máquina e na sua manutenção possam interferir nos custos operacionais, contudo, essa dimensão não pode ser moderada no modelo empírico para verificar se ainda haveria endogenia. Assim, optou-se por empregar a técnica sem a constante, requerendo que as variáveis cruzem a origem e, por conseguinte, eliminem o efeito não capturado pelas variáveis explanatórias.

O modelo empírico utilizado tem sua identidade na Equação 1:

$$Y_{i,t} = \beta_1 X1_{i,t} + \beta_2 X2_{i,t} + \beta_3 X3_{i,t} + \beta_4 X4_{i,t} + \beta_5 X5_{i,t} + \dots + \beta_{13} X13_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (01)$$

Em que:

Y = Custo Unitário Total

X_1 = Custo Unitário de Lubrificante

X_2 = Custo Unitário de Manutenção

X_3 = Custo Unitário de Mão de Obra (própria e terceirizada)

X_4 = Custo Unitário de Combustível

X_5 ao X_{13} = dummies temporais

ε = termo de erro aleatório

i = Trator

t = tempo

Para normalizar os resultados, todos os custos apontados pelas máquinas em cada trimestre foram relativizados pela quantidade de horas trabalhada por cada equipamento. Para verificar os testes de ajuste do modelo utilizou-se o R^2 e o R^2 ajustado e a estatística F para a especificação do modelo.

3.2 Fluxo de caixa descontado

Desta forma, este estudo propõe a utilização do Fluxo de Caixa Incremental a ser gerado pelos Fluxos de Caixa das máquinas novas e reformadas. Como a questão que motiva esse trabalho é a proposta de uma metodologia que apoie uma decisão que envolve a escolha de renovar ou reformar um trator, tem-se uma análise de investimentos excludentes.

Independentemente da decisão a ser tomada, ambos os investimentos envolvem impactos no Fluxo de Caixa da Propriedade ou empresa rural:

- (-) Custo Lubrificante
- (-) Custo de Manutenção
- (-) Custo de Mão de Obra Própria
- (-) Custo de Mão de Obra Terceiro
- (-) Custo de Combustível
- (-) Custo de Depreciação
- (+) IR Benefício Fiscal
- (-) Retorno da Depreciação
- (=) Fluxo de Caixa Operacional
- (-/+) Investimento
- (=) Fluxo de Caixa Livre

A diferença entre a decisão de investir em novos tratores ou reformar os já utilizados está na magnitude dos impactos financeiros que ambas as decisões acarretam ao fluxo de caixa da empresa.

Importa ressaltar que, a taxa anual de depreciação de tratores de pneus admitida pela Receita Federal do Brasil é de 25% o que permite a depreciação integral da máquina em 4 anos e o uso do benefício fiscal. Portanto, esse fator de subsídio fiscal também deve ser considerado na análise de investimento.

O FCD pode ser calculado a partir da Equação 2:

$$FCD = \frac{\sum_{j=1}^t FCL_j}{(1+k)^t} \quad (02)$$

Em que:

FCD = Fluxo de Caixa Descontado;

FCL = Fluxo de Caixa Livre;

K = Taxa Mínima de Atratividade;

t = Tempo.

A Taxa Mínima de Atratividade é a taxa que remunera o proprietário/investidor pelo investimento realizado. Sua metodologia de cálculo tradicional envolve o modelo de precificação de ativos, conforme a Equação 3

$$k = R_f + \beta_i(R_m - R_f) \quad (03)$$

Em que:

R_f = Retorno do ativo livre de risco, neste caso utilizou-se o CDI;

β = Beta do ativo. Coeficiente da regressão entre o ativo de interesse e o ativo de mercado

R_m = Retorno do ativo que expressa a carteira de mercado, neste caso utilizou-se o Ibovespa.

O fluxo de caixa é composto por valores discretos o que dificulta o controle das incertezas, considerando assim somente a taxa como fator de risco. Devido a esta limitação, para o controle das incertezas em todas as variáveis de custo foi proposto a utilização do método de simulação Monte Carlo.

3.3 Modelo de Simulação de Monte Carlo

A Simulação de Monte Carlo foi estruturada de acordo com a estrutura do fluxo de caixa proposto na metodologia, assim, todas as contas foram dispostas em uma planilha eletrônica com mais de 10.000 linhas para cada variável. Ressalta-se que os valores de investimento, reforma, revenda e depreciação não foram simulados, pois estes são conhecidos pela empresa e no caso da depreciação definido pela própria Receita Federal do Brasil.

A utilização do método de simulação de Monte Carlo na análise de investimentos é recomendada quando não se tem certeza de acontecimentos

futuros, mas se conhece (em intervalo de confiança) quais os limites de variação dos elementos envolvidos no estudo. A simulação é uma abordagem comportamental baseada em estatística, usada em orçamento de capital para que se tenha uma percepção do risco, por meio da aplicação de distribuições probabilísticas predeterminadas e números aleatórios para se estimar os resultados arriscados.

Neste estudo foram utilizadas 10.000 simulações, considerando as distribuições de cada variável de custo como uniforme. Para tanto, foram tomados os custos médios, mínimos e máximos de cada modelo de trator em cada período.

Os custos de depreciação não variaram, pois, o valor do investimento é conhecido e, portanto, a depreciação é uniforme (12,5%) para cada semestre nos modelos dos três modelos de tratores analisados. Os valores percentuais de depreciação citados anteriormente foram definidos de acordo com as diretrizes indicada pela Receita Federal que permite a depreciação de tratores de pneus aconteça em um período de 4 anos. A alíquota do Imposto de Renda e Contribuição Social é única para a empresa estudada (34%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados descritivos das variáveis utilizadas para discriminar os custos diretos desembolsáveis da amostra de tratores de pneus avaliada neste trabalho. Os resultados descritivos estão relativizados pela quantidade de hora trabalhada para cada máquina.

Para os 47 tratores, o custo de combustível (R\$/hora 15,10) representou 67,7% do custo total direto dos tratores, excetuando o custo de mão-de-obra para o seu funcionamento, sendo, inclusive, superior em quase 3 vezes a segunda variável de custo mais relevante que é a manutenção.

Esses resultados já sinalizam para a importância do controle operacional da máquina quanto ao seu nível de consumo de combustível, bem como para a necessidade de avanços tecnológicos para a utilização de motores mais eficientes e/ou que utilizem fontes de energia mais baratas.

Para 2019 os modelos de tratores com potência igual ou superior a 19 kW (25 cv) até 75 kW (101 cv), deverão atender a nova legislação MAR-1 que

define limites de emissões dos poluentes monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NOx) e material particulado (MP) e por estes motivos a partir de 2019 tem-se novas tecnologias embarcadas nos motores de baixa potência o que poderá causar a melhoria da performance do mesmo e em consequência a possibilidade de redução no consumo de combustível.

Tabela 2. Resultados descritivos das variáveis de custos desembolsáveis dos tratores da amostra/hora.

Variáveis	Média (R\$/hora)	DP [†]	CV	Coeficiente de Correlação				
				Custo Lubrificante	Custo Manutenção	Custo Mão de Obra	Custo Combustível	Custo Total
Custo Lubrificante	0,92	0,50	0,54	1,00	0,28***	0,20***	0,29***	0,41***
Custo Manutenção	4,89	6,54	1,34		1,00	0,73***	0,10**	0,91***
Custo Mão de Obra	1,34	1,87	1,40			1,00	-0,02	0,73***
Custo Combustível	15,1	3,51	0,23				1,00	0,46***
Custo Total	22,3	9,18	0,41					1,00

† DP = Desvio Padrão; CV. Coeficiente de Variação. ** Significância a 0,05%; *** Significância a 0,01%.

Por outro lado, verifica-se no coeficiente de variação que o custo associado ao consumo de combustível é o que oferece o menor nível de dispersão, o que demonstra que os resultados individuais estão aglomerados mais próximos à média, ainda que os dados computem informações transversais dos 47 tratores em 12 trimestres. Essa maior linearidade do consumo de combustível reflete no coeficiente de correlação com o custo total que foi significativo.

Os custos de manutenção e mão-de-obra utilizada nas atividades de manutenção (Tabela 2) representam juntos 27,9% do custo unitário, alcançando o valor médio de R\$ 6,23/hora. Ainda que sejam inferiores ao custo de combustível, estas variáveis são representativas no custo total e significativas. Em tempo, ressalta-se que o grau de correlação dessas duas variáveis com o custo total é forte o que indica que a volatilidade do custo total é diretamente associada à volatilidade do custo de manutenção e mão-de-obra.

Os custos com lubrificantes (Tabela 2) representam o menor gasto direto com o trator e sua correlação com o custo total é fraca, o que ratifica evidências empíricas, pois é um custo associado à manutenção preventiva cuja realização tem fraca associação com as demais variáveis.

Pontua-se que, exceto a ausência de correlação entre Combustível e Mão de Obra, todas as demais variáveis explicativas ao custo unitário total possuem correlação positiva e significativa, porém, fracas para todas as associações e razoável para Mão de Obra e Manutenção, o que era esperado. Essa condição é relevante, pois limita o efeito de multicolineariedade, ainda que o mesmo não possa ser excluído em razão da significância (Gujarati, 2006).

Na Tabela 3 têm-se os resultados do modelo de regressão com dados em painel, utilizando a técnica de Mínimos Quadrados Ponderados (MQP); esse recurso foi utilizado para corrigir a presença de heteroscedasticidade identificada quando o modelo foi empregado com efeitos fixos. Como há resultados de 47 máquinas em 12 trimestres, o total de observações computadas no modelo foi 564.

Nota-se que o modelo possui 15 variáveis, sendo 4 referentes aos elementos de custo de um trator que formam o custo total da máquina (Tabela 2) e 11 variáveis utilizadas para controlar o efeito do tempo no custo total.

Tabela 3. Resultados da análise de regressão com dados em painel, considerando como variável dependente custo unitário total.

Variáveis	Coefficiente	Erro Padrão	Intervalo de confiança
Custo Lubrificante Unitário	0,028**	0,007	(0,012, 0,044)
Custo de manutenção Unitário	0,173**	0,006	(0,161, 0,184)
Custo de Mão de Obra Unitário	0,071**	0,005	(0,060, 0,082)
Custo Combustível Unitário	1,033**	0,005	(1,021, 1,045)
dt 1	0,238**	0,021	(0,195, 0,281)
dt 2	0,170**	0,020	(0,130, 0,211)
dt 3	0,096**	0,019	(0,058, 0,135)
dt 4	0,089**	0,019	(0,050, 0,129)
dt 5	0,099**	0,019	(0,061, 0,137)
dt 6	0,057**	0,019	(0,019, 0,095)
dt 7	0,059**	0,019	(0,021, 0,097)
dt 8	0,062**	0,019	(0,024, 0,100)
dt 9	0,038*	0,019	(0,000, 0,075)
dt 10	0,047*	0,019	(0,009, 0,085)
dt 11	0,034*	0,019	(-0,003, 0,072)
Soma resíd. Quadrados	507,7	R ² ajustado	0,887
R ²	0,992	F (15, 546)	287,219
Erro padrão da regressão	0,964	P-valor (Estat. F)	0,000

* significância a 0,05; ** significância a 0,01.

Para melhor ajuste do modelo, as variáveis de custo unitário foram transformadas para o seu logaritmo natural, como forma de diminuir a dimensão da variância sem prejuízo à sua estrutura no tempo.

O modelo apresentou ajuste adequado, pois os coeficientes de determinação R^2 e R^2 ajustado são elevados e com valores próximos. Não obstante, o resultado da estatística (F) rejeita a hipótese nula de má especificação do modelo (Tabela 3). Assim, tem-se um modelo com especificação adequada, coerente com a bibliografia e com todos os estimadores significativos.

Destaca-se, entretanto, que o modelo obtido na (Tabela 3) não traz a constante, pois a técnica foi empregada sem o uso da constante, de modo que todas as retas de regressão passem pela origem. Esse procedimento foi necessário, em razão da presença de endogenia, no modelo, isto é, há a possibilidade de outros elementos impactarem no custo total unitário e que não estejam discriminados no modelo da Tabela 3; como também, é possível que essa limitação exista em razão do tamanho da amostra. No interesse de aumentar a confiabilidade do estimador, foram apresentados o intervalo de confiança de cada estimador a 95% de certeza, (Tabela3) nota-se que para todas as variáveis a amplitude entre os valores mínimos e máximos é relativamente pequena e, portanto, próximo aos coeficientes parciais de regressão.

Para as variáveis de log todos os coeficientes de custo unitário se apresentaram positivos (Tabela 3) e podem ser apresentados em ordem de relevância (decrecente) conforme segue: C. Comb. Unit. (1,033), C. Manut. Unit. (0,173), C. M.O. Unit. (0,071) e C. Lubrif. Unit. (0,028). A ordem de importância desses resultados corrobora os valores médios descritivos na Tabela 2, o que aumenta a confiança no resultado. Como as variáveis independentes dos modelos apresentaram significância entre os seus coeficientes de correlação (exceto Mão de obra e Combustível), é provável que exista multicolineariedade o que limita o uso da análise de regressão para fins de estimação, pois parte da variância de cada variável pode estar sendo influenciada e sobreposta ao padrão de variância de outra variável.

As variáveis de controle (dummies) para o impacto do tempo nos custos foram significativas e todas positivas, assim, confirma-se evidências empíricas

em que o tempo exerce impacto entrópico nos sistemas ocasionando maiores níveis de desgaste e, por consequência, para este caso, maior impacto nos custos. No entanto, ressalta-se que a taxa de crescimento dos coeficientes das variáveis de tempo é negativa, isto é, os coeficientes são positivos ao longo do tempo, porém, seus valores tornam-se menores com o passar dos anos. Os maiores valores e, igualmente, as taxas de variação ocorrem nos primeiros anos, em razão de ter como base o parâmetro de uma máquina nova, cujo custo de manutenção é praticamente nulo, no seu primeiro ano de trabalho.

As variáveis de controle do tempo, além de demonstrarem o crescimento nominal dos custos, permitiram estimar a taxa de crescimento média dos custos de um trator, no tempo (Tabela 4).

Tabela 4. Estimativa da taxa de crescimento média dos custos de um trator no tempo.

Tempo	Estimador (ln)	Inverso (e ^x)	% no Custo Unit. total	\prod^t
t1	0,2386	1,2695	7,40%	1,0740
t2	0,1709	1,1863	4,34%	1,1206
t3	0,0966	1,1014	5,12%	1,1780
t4	0,0899	1,0941	6,23%	1,2513
t5	0,0993	1,1044	3,21%	1,2915
t6	0,0576	1,0593	4,40%	1,3483
t7	0,0596	1,0615	5,49%	1,4224
t8	0,0624	1,0644	6,37%	1,5130
t9	0,0381	1,0388	4,54%	1,5817
t10	0,0472	1,0484	4,48%	1,6525
t11	0,0347	1,0354	4,83%	1,7324

Assim, nota-se que há um crescimento nominal nos trimestres analisados de 73% total, tomando a inflação no período analisado de 30%, a taxa de crescimento real dos custos é:

$$\Delta \text{ real de custos} = \frac{(1+0,732451)}{(1+0,30)} - 1 = 33,26\% \quad (1 + 0,3326) = (1 + i)^{5,5}$$

Considerando os dados trimestrais, tem-se a taxa equivalente de 5,36% semestral ou 2,65% trimestral, considerando a capitalização composta.

Em que pese o modelo permitir identificar o processo de crescimento dos custos no tempo e o impacto de cada variável no custo total, o modelo de regressão não permite auxiliar na decisão de trocar o equipamento ou proceder

com a reforma de maneira objetiva. Diante disso, a análise financeira destas variáveis para tomada de decisão precisa ser estendida para modelos de análise de investimento que consideram o efeito desses custos no fluxo de caixa da empresa, que em última instância é o resultado que determina a solvência e o valor do investimento.

Para a análise financeira foi elaborado a estrutura do FCD e o mesmo foi projetado para 8 semestres o que corresponde a 4 anos, para os modelos de tratores do grupo (A) e (B) e para os tratores dos grupos (C), 10 semestres o que corresponde a 5 anos. O período de 4 e 5 anos foi definido em função da possibilidade legal de depreciar integralmente o trator em 4 anos, fato este que proporciona a aceleração do benefício fiscal com a dedutibilidade do pagamento do imposto de renda e da contribuição social TJMG (2018). Outrossim, nota-se na Tabela 4 que na variável t_8 (4º semestre) há um crescimento no estimador frente o período anterior o que indica que além do crescimento do custo (estimador positivo), a taxa de variação também é positiva.

Assim, a análise proposta para avaliar o investimento foi estabelecida para os dois cenários propostos (cenário I e cenário II).

Como os dados originais que permitiram o desenvolvimento do trabalho são relativos à máquinas novas (cenário I), o cenário II proposto traz como desafio o estabelecimento da evolução do custo de manutenção de uma máquina parcialmente reformada ao longo de sua utilização, uma vez que não existe material abordando o assunto e a empresa analisada também não é possuidora destes dados, devido ao fato de não praticar a reforma dos equipamentos e sim a substituição. Diante disso, utilizou-se como *proxy* para a evolução dos custos em decorrência da vida útil da máquina a taxa de 5,36% ao semestre, definida, conforme a Tabela 4.

Como indicado na Tabela 2 há dispersão em torno dos resultados médios das variáveis de custo. Assim para tornar a análise de investimento mais robusta, agregou-se a Simulação de Monte Carlo com a disposição de 10.000 possibilidades para cada variável de custo financeiro para cada semestre. Como os valores dos custos são financeiros e custo/despesa operacional não pode ser negativo, realizou-se a Simulação de Monte Carlo, considerando uma distribuição discreta para cada variável.

Os valores mínimos e máximos de custos das variáveis de cada período das máquinas dos grupos de tratores estudados (A), (B) e (C), que permitiram a elaboração do FCD por meio da simulação de Monte Carlo estão apresentados no Apêndice 1.

Como os tratores são investimentos e consomem custos, a melhor decisão econômica, admitindo desempenho produtivo equivalente, é a opção pelo que traz o menor dispêndio total à empresa. Todavia, a análise não pode ser pontual ou específica a custos ou investimento, ela deve considerar o impacto global dos gastos (investimento e custos) no curso da vida útil do equipamento, tendo em vista, que “dinheiro tem valor no tempo”. Portanto, análise deve ser feita pelo Valor Presente Líquido (VPL), e a melhor opção será aquela que entregar o maior VPL.

Na Tabela 8, 9 e 10 são apresentados os resultados médios em estrutura de fluxo de caixa das 10.000 simulações para os cenários I e II dos tratores dos grupos (A), (B) e (C), respectivamente.

A taxa de desconto utilizada foi de 5,09%, sendo está definida conforme a equação 3, sendo considerado como ativo livre de risco a Selic de 6,39% de maio/2018, o beta de 0,47 e o prêmio de mercado de 6% a.a. O beta foi determinado com base na média dos últimos 36 meses (09/2014 – 09/2017) das empresas agrícolas listadas Bolsa de São Paulo (B3).

A melhor decisão para todos os grupos de tratores estudados é a que representa o cenário I (Substituição do bem), pois apresenta o VPL incremental positivo de (R\$ 104.932), (R\$ 98.634) e (R\$ 119.256), respectivamente para os grupos (A), (B) e (C).

Nota-se que as variáveis de custo para o cenário I nos 3 grupos de tratores analisados obtiveram custo menor quando comparadas com as variáveis de custo apresentadas pelo cenário II, por isso, o fluxo de caixa incremental é positivo, pois os custos inerentes ao cenário I (Substituição do bem) foram inferiores aos do cenário II (Reforma parcial do bem). A análise estratificada do desempenho de cada elemento de custo pode ser evidenciada na Tabela 11.

Tabela 11. Análise estratificada do desempenho de cada elemento de custo para os grupos de tratores (A), (B) e (C).

Marca/Modelo	Grupo A			Grupo B			Grupo C		
	Cenário I	Cenário II	Diferença	Cenário I	Cenário II	Diferença	Cenário I	Cenário II	Diferença
Cenários Propostos									
C.Lubríf.	94.661	98.566	- 3.906	102.196	106.840	- 4.645	120.974	126.281	- 5.307
C.Manut.	472.444	490.005	- 17.561	508.384	530.459	- 22.075	590.241	617.400	- 27.159
C.Mo Pr.	72.765	75.225	- 2.460	108.273	113.139	- 4.866	135.333	141.785	- 6.452
C.Mo Terc.	85.471	88.994	- 3.523	70.154	73.021	- 2.867	130.207	139.681	- 9.475
C.Comb.	1.531.531	1.587.658	- 56.127	1.500.553	1.567.540	- 66.988	1.452.181	1.515.640	- 63.459
C.Depr.	605.401	471.101	134.300	742.690	559.845	182.845	605.401	471.101	134.300
Total	2.862.271	2.811.549	50.723	3.032.249	2.950.845	81.404	3.021.131	3.005.185	15.947
IR (Benefício Fiscal)	973.172	955.927	17.246	1.030.965	1.003.287	27.677	1.027.185	1.021.763	5.422
Resultado	1.889.099	1.855.622	33.477	2.001.284	1.947.558	53.727	1.993.947	1.983.422	10.525
Voltar Deprc.	605.401	471.101	134.300	742.690	559.845	182.845	592.195	464.397	127.797
FCO	- 1.283.698	- 1.384.521	100.823	- 1.258.594	- 1.387.713	129.118	- 1.401.752	- 1.519.025	117.273
Desinvestimento	263.722	72.817	190.905	273.702	74.646	199.056	263.722	72.817	190.905
Investimento	362.244	183.880	178.364	371.345	188.500	182.845	362.244	183.880	178.364
FCL	- 1.383.964	- 1.488.896	104.932	- 1.356.237	- 1.501.567	145.329	- 1.501.402	- 1.620.658	119.256

Na tabela 11 ainda se identifica que, para todos os grupos de tratores analisados, a variável depreciação foi a única variável que foi desfavorável a substituição, o que é natural, pois a troca do trator significa maior fluxo de investimento; inclusive, na análise do “custo total” o valor é desfavorável a

substituição, pois ela tem um custo superior em R\$ 50.723 para os tratores do grupo (A), R\$ 81.404 e R\$ 15.947 para os tratores do grupo (B) e (C) respectivamente, frente a reforma..

Contudo, deve-se avançar a análise e notar que há um benefício fiscal de R\$ 17.24 (Grupo A), R\$ 27.67 (Grupo B) e R\$ 5.42 (Grupo C) em favor da substituição e como a depreciação não é custo financeiro, ela não impacta o fluxo de caixa, somente no investimento e quando este é realizado. Neste sentido, importa ressaltar, o impacto do investimento e do desinvestimento no fluxo de caixa. Como no curso de dois ciclos de 4 ou 5 anos a decisão de substituição implicará na venda de dos tratores com 4 ou 5 anos de uso, o valor do desinvestimento é maior para a opção de substituição, tanto pela melhor condição das máquinas quanto pelo fato do primeiro desinvestimento ocorrer no 4º ano ou 5º ano.

Verifica-se que, em valor presente para todos os grupos de tratores analisados, o benefício que se tem com o desinvestimento é superior ao fluxo de investimento o que contribuirá para ratificar a substituição da máquina.

Em função das variações identificadas ao longo dos semestres analisados para os grupos de tratores (A), (B) e (C) além dos resultados médios que são favoráveis à substituição, nota-se na Tabela 9, que, com base na simulação de Monte Carlo, a probabilidade de se obter um VPL negativo, isto é, o valor presente do cenário II ser inferior ao cenário I apresenta valores percentuais muito baixos, sendo menor que para todos os modelos analisados. .

O percentual de valores negativos encontrados para os tratores do grupo (A), (B) e (C) (Tabela 12), respectivamente são de 7,6%, 7,41% e 7,91% estes valores devem, respectivamente ser considerados de forma acumulada somando-se os valores de frequência que representam os números negativos. Para os tratores do grupo (A) Tabela 12 deve-se somar os valores (2+1+22+198), e deve ser considerado os valores negativos que estão compreendidos no próximo bloco que vai de -37.294 até 21.338. A frequência de números negativos encontrados neste intervalo foi de 537 e somado aos valores anteriores representam 760 ocorrências de valores negativos representando os 7,6% da amostra analisada.

Para os tratores do grupo (B) Tabela 12, deve-se somar os valores (2+19+134+586), e deve ser considerado os valores negativos que estão

compreendidos no próximo bloco que vai até de -27.558 até 36 e para os tratores do grupo (C) deve-se somar os valores (2+31+208), e deve ser considerado os valores negativos que estão compreendidos no próximo bloco que vai até de -27.558 até 36.353.

Tabela 12. Probabilidades analisadas pela Simulação de Monte Carlo para os tratores dos grupos (A), (B) e (C).

Grupo A			Grupo B			Grupo C		
Bloco	Frequência	% cumulativo	Bloco	Frequência	% cumulativo	Bloco	Frequência	% cumulativo
- 213.188	2	0,02%	- 219.292	2	0,02%	- 170.217	2	0,02%
- 154.557	1	0,03%	- 155.381	19	0,21%	- 108.801	31	0,33%
- 95.925	22	0,25%	- 91.470	134	1,55%	- 47.385	208	2,41%
- 37.294	198	2,23%	- 27.558	596	7,51%	14.031	834	10,75%
21.338	1002	12,25%	36.353	1679	24,30%	75.447	1875	29,49%
79.969	2434	36,58%	100.264	2658	50,87%	136.863	2839	57,88%
138.601	3126	67,84%	164.176	2586	76,72%	198.279	2525	83,12%
197.233	2189	89,72%	228.087	1623	92,95%	259.695	1228	95,40%
255.864	860	98,32%	291.998	550	98,45%	321.111	383	99,23%
314.496	156	99,88%	355.909	139	99,84%	382.526	71	99,94%
373.127	12	100,00%	419.821	16	100,00%	443.942	6	100,00%
Mais	0	100,00%	Mais	0	100,00%	Mais	0	100,00%

As frequências de números negativos encontrados respectivamente para os tratores dos grupos (B) e (C) foram 586 e 469 e somado aos valores anteriores representam 741 e 191 ocorrências de valores negativos representando os 7,41% e 7,91% para as amostras analisadas.

Os resultados apresentados na Tabelas 12, aumentam a segurança em afirmar que o cenário I (substituição do bem por outro novo) na atividade de pulverização da citricultura é viável economicamente, pois a possibilidade de se obter um VPL negativo é muito baixo.

Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentadas de forma gráfica os resultados da tabela 9, respectivamente reforçando a análise.

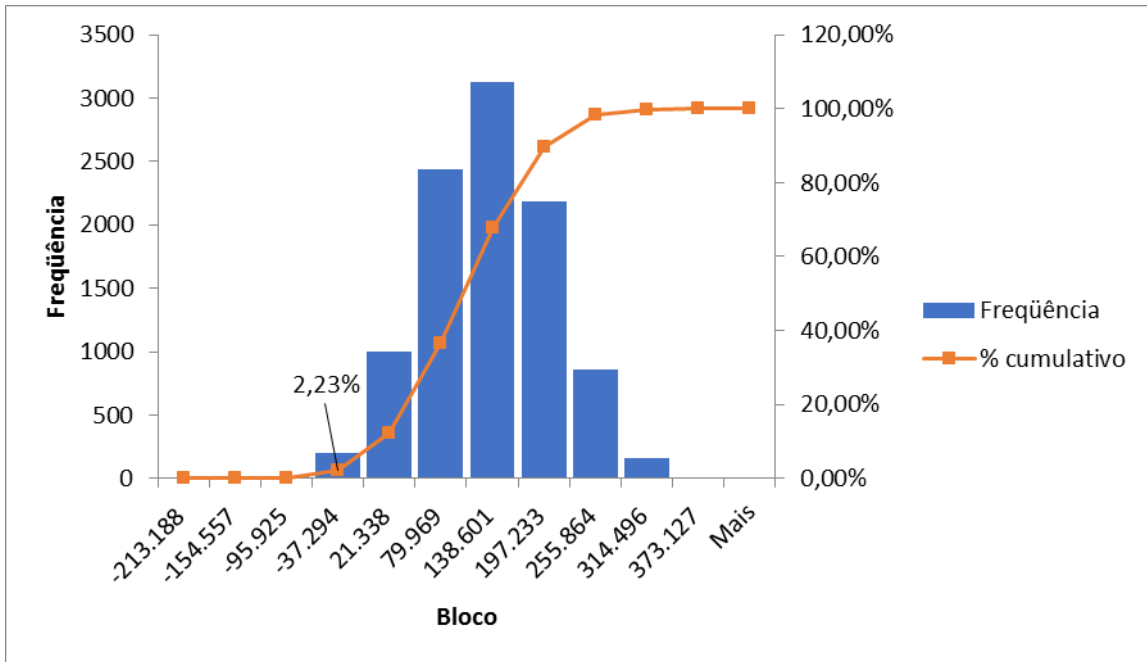


Figura 4. Probabilidades analisadas pela Simulação de Monte Carlo para os tratores do grupo (A).

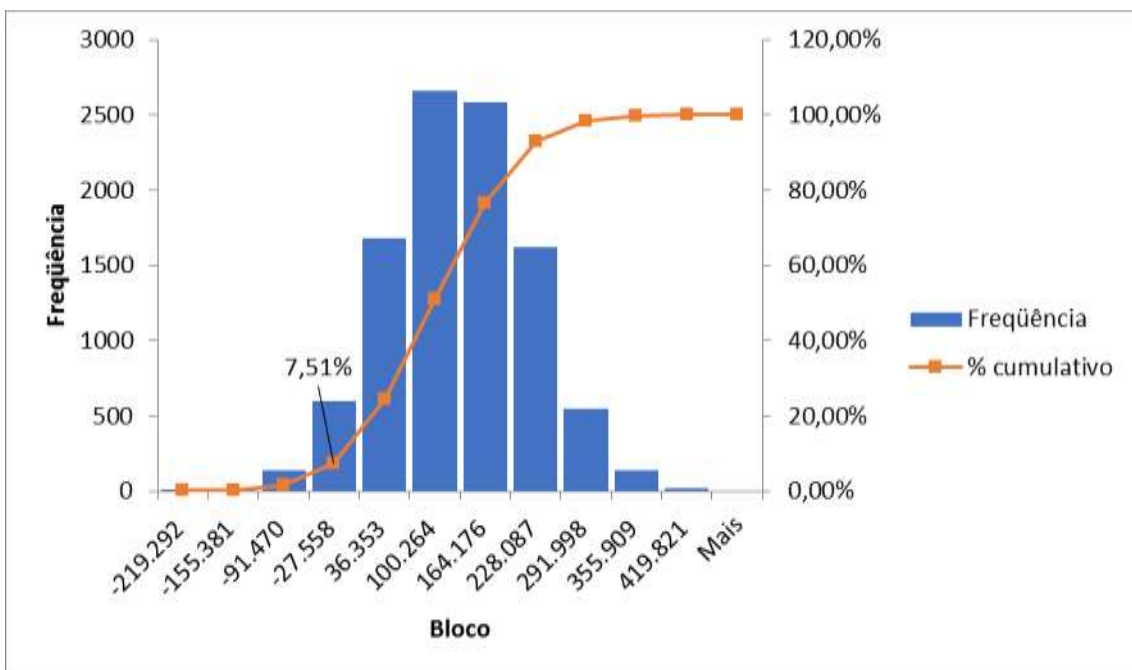


Figura 5. Probabilidades analisadas pela Simulação de Monte Carlo para os tratores do grupo (B).

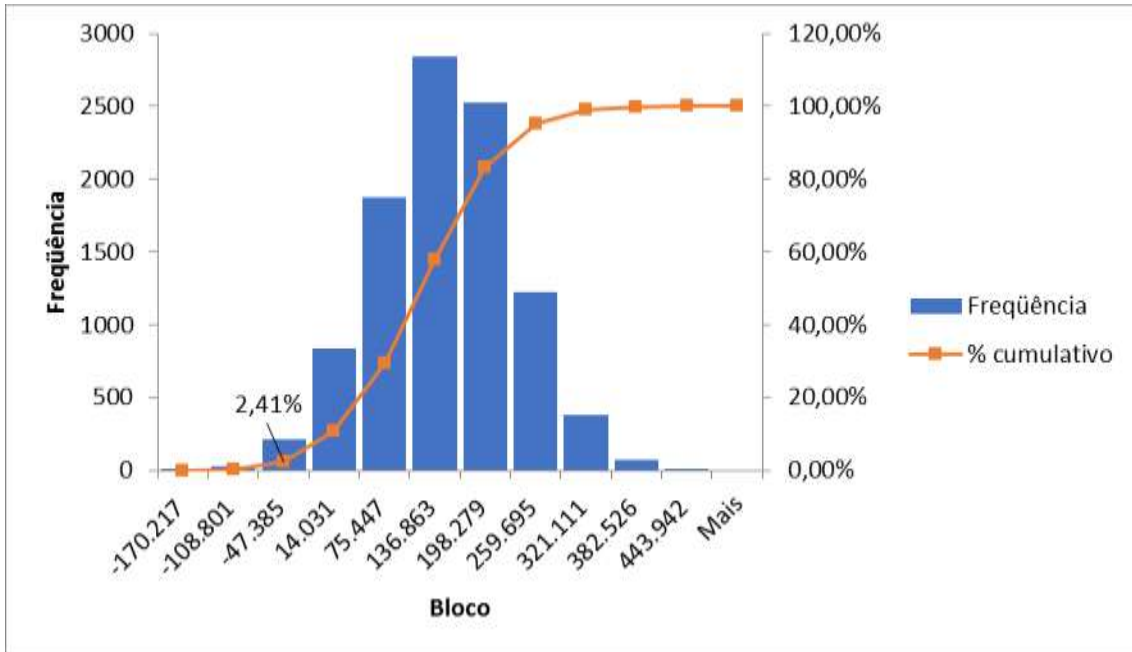


Figura 6. Probabilidades analisadas pela Simulação de Monte Carlo para os tratores do grupo (C).

5 CONCLUSÕES

Verificou-se que mediante um uso médio de 1.500 h/máquina/semestre há um crescimento real dos custos variáveis de 5,3% ao semestre em razão do desgaste dos componentes do equipamento. Essa taxa uma informação não evidenciada na literatura.

A renovação da frota é a melhor decisão econômica frente a alternativa de reforma, tendo em vista, os distintos impactos financeiros dos investimentos, custos e o benefício fiscal no fluxo de caixa da empresa. Diante disso, foi possível determinar que a renovação da frota é viável no quarto ano de operação.

A Simulação de Monte Carlo aumentou a robustez dos resultados do FCD, pois considerou a incerteza inerente ao padrão de distribuição dos custos, demonstrando que a renovação dos tratores é a melhor decisão em mais de 93% das possibilidades investigadas.

Extrapolações desses resultados devem respeitar as especificidades do estudo, como: i) taxa mínima de atratividade; ii) os valores dos investimentos e custos refletem a realidade de empresa estudada; iii) os custos das máquinas reformadas foram estimados pela taxa real de crescimento dos custos; iv) a alíquota diferenciada do imposto de renda.

Novos estudos podem: i) explorar esse modelo de análise para outros equipamentos e implementos agrícolas; ii) comparar entre diferentes países os efeitos dos subsídios fiscais na modernização das máquinas e equipamentos agrícolas.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS (2018) **Censo Agro 2017**: resultados preliminares mostram queda de 2,0% no número de estabelecimentos e alta de 5% na área total. Rio de Janeiro: Agência IBGE Notícias. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21905-censo-agro-2017-resultados-preliminares-mostram-queda-de-2-0-no-numero-de-estabelecimentos-e-alta-de-5-na-area-total>. Acesso em: 01 jul. 2018.

Alcantara MR (2017) **A competitividade na produção de laranja**: uma análise comparativa de custos no Brasil e Estados Unidos com ênfase na gestão e controle do Huanglongbing (HLB/Greening). Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UNICAMP, Campinas, 2017.

Fundecitrus - Fundo de Defesa da Citricultura (2018) **Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro: retrato dos pomares em março de 2018**. Araraquara: Fundecitrus, 111 p.

Bagheri N, Bordbar M (2014) Factor analysis of agricultural mechanization challenges in Iran. **CIGR Journal: Agricultural Engineering International** 16:167-172.

Banchi AD, Lopes JR, Albuquerque RdelaF (2012) Gestão de mecanização: frota e operações agrícolas. **Revista Agrimotor** abr/maio:9-13. Disponível em: <http://assiste.com.br/admin/modSite/arquivos/post/8a4b84d820ef4c4376d98a7a4db4d28a.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2018.

Banchi AD, Lopes JR (2015) Gerenciamento de frota: aspectos sobre gerenciamento de mecanização. In: Belardo GC, Cassia MT, Silva RP **Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: SBEA, v.1, p.548-587.

Bennouma K, Meredith GG, Marchant T (2010) Improved capital budgeting decision making: evidence from Canada. **Management Decision** 48:225-247.

Block S (2007) Are “real options” actually used in the real world? **Engineering Economist** 52:255-267.

Cassia MT (2016) **Cartas de controle para gerenciamento de operações agrícolas mecanizadas** 68 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - UNESP, Jaboticabal.

Coelho KC, Freitas LC (2016) Inovações tecnológicas e custo operacional de tratores agrícolas. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS. **Anais...** Dracena: UNESP, 2016.

Costa LDA, Azevedo FP, Samanez CP (2015) Estratégias de investimento na indústria brasileira de latas de alumínio: uma análise no contexto dos jogos de opções reais. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios** 17(1246-1263).

Emami M, Almassi M, Bakhoda H, Kalantari I (2018) Agricultural mechanization, a key to food security in developing countries: strategy formulating for Iran. **Agriculture & Food Security** 7:24.

Erpen L, Muniz FR, Moraes TS, Tavano ECR (2018) Analysis of orange cultivation in the State of São Paulo from 2001 to 2015. **Revista IPecege** 4:33-43.

FUNDECITRUS (FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA) 2018 **Inventário de Árvores e e Estimativa de Safra de Laranja do Cinturão Citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**. Araraquara: FUNDECITRUS.

Gameiro AH, Tizato HL, Caixeta JV (2009) Análise econômica dos sistemas de carregamento de citros para processamento industrial. **Revista ADM.MADE** 13:74-86.

Gallardo RK, Brady MP (2015) Adoption of labor-enhancing technologies by specialty crop producers: the case of the Washington apple industry. **Agricultural Finance Review** 75:514-532.

Garcia S, Barros NR, Lustosa PRB (2010) Aplicabilidade do método de simulação de monte carlo na previsão dos custos de produção de companhias industriais: o caso da Companhia Vale do Rio doce. **Revista de Contabilidade e Organizações** 4(152-173).

Julian JW, Seavert CF (2011) AgProfite: a net present value and cash flow based decision aid for agriculture producers. **Agricultural Finance Review** 71:366-378.

Grejjanin RL (2014) **Estudo da viabilidade econômica de tratores agrícolas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Agronegócio) - UFP, Curitiba.

Gujaratl D (2006) **Econometria Básica**. Rio de Janeiro: Elsevier.

Belasques Junior J, Yamamoto PT, Miranda MP, Bassanesi RB, Ayres AJ, Bové JM (2010) Controle do huanglongbing no estado de São Paulo, Brasil. **Citrus Research & Technology** 31: 53-64.

Mrema G, Soni P, Rolle RS (2014) **A regional strategy for sustainable agricultural mechanization**: sustainable mechanization across agri-food chains in Asia and the Pacific region. Bangkok: FAO.

Nepal R, Thapa GP (2009) Determinants of agricultural commercialization and mechanization in the hinterland of a city in Nepal. **Applied Geography** 29:377-389.

Oliveira MDM (2000) **Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus**: avaliação de uma frota. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – ESALQ-USP, Piracicaba.

Oliveira MRG (2012) Simulação de Monte Carlo e Valuation: uma abordagem estocástica. **Revista de Gestão** 19: 493-511.

Pacheco EP (2000) **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco. Embrapa Acre, 21p.

Silva JA (2017) **Viabilidade econômica de sistemas de monitoramento em operações mecanizadas na citricultura**. Dissertação (Mestrado em Administração) – UNESP, Jaboticabal.

Silva RP, Furlani CEA, Voltarelli MA, Tavares TO (2015) **Custo horário de máquinas agrícolas**. Jaboticabal: UNESP. [Material didático desenvolvido para suporte das atividades dos discente do Curso de Graduação em Zootecnia].

Simões D, Cabral AC, Oliveira PAD (2015) Citriculture economic and financial evaluation under conditions of uncertainty. **Revista Brasileira de Fruticultura** 37:859-869.

Schmitz A, Moss CB (2015) Mechanized agriculture: machine adoption, farm size, and labor displacement. **AgBioForum** 18:278–96.

Stout DE, Howard QI, Yan AX, Sheen L (2008) Incorporating real-options analysis into the accounting curriculum. **Journal of Accounting Education** 26:213-230, 2008.

Tachibana, A (2004) **Desenvolvimento e avaliação de sistemas de aplicação de defensivos para a citricultura**. Tese (Doutorado em Agronomia) – UNESP, Botucatu.

7 APÊNDICE

Tabela 5. Valores mínimos e máximos de custo das variáveis de manutenção de cada período das maquinas do grupo (A) os cenários I e II.

Modelo Trator	Cenários	Período	C.Lubríf.		C.Manut.		C.Mo Pr.		C.Mo Terc.		C.Comb.	
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Grupo (A) John Deere 5078e	Cenário I	1° Semestre	2595	8807	2591	17149	261	2504	1138	5716	72243	114833
		2° Semestre	2571	10609	9311	27384	971	6524	1306	5552	114304	155503
		3° Semestre	4317	10695	8330	93003	936	8656	628	8762	101338	170787
		4° Semestre	4800	8404	10573	61684	1272	16155	833	20003	74995	132780
		5° Semestre	2780	11394	12704	45085	880	10225	253	17640	100832	147362
		6° Semestre	3694	10857	24682	113252	2327	17614	1455	8664	95681	134442
		7° Semestre	2919	15274	20422	76893	2929	11362	428	14357	96480	159965
		8° Semestre	4247	13119	10941	54415	1041	6512	888	18872	71179	136423
	Cenário II	1° Semestre	2806	9521	2800	18538	282	2707	1230	6179	78094	124135
		2° Semestre	2780	11468	10065	29602	1050	7053	1412	6001	123563	168099
		3° Semestre	4667	11561	9004	100537	1012	9357	679	9472	109547	184621
		4° Semestre	5189	9084	11429	66681	1376	17463	900	21623	81070	143535
		5° Semestre	3005	12317	13733	48737	951	11053	274	19069	108999	159298
		6° Semestre	3993	11737	26681	122425	2515	19041	1573	9365	103431	145331
		7° Semestre	3155	16512	22076	83121	3167	12283	463	15519	104294	172923
		8° Semestre	4591	14181	11827	58822	1125	7040	960	20401	76945	147473

Tabela 6. Valores mínimos e máximos de custo das variáveis de manutenção de cada período das maquinas do grupo (B) os cenários I e II.

Modelo Trator	Cenários	Período	C.Lubríf.		C.Manut.		C.Mo Pr.		C.Mo Terc.		C.Comb.	
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Grupo (B) Massey Ferguson 4283	Cenário I	1° Semestre	696	10223	1587	18299	960	4734	334	6382	55267	147224
		2° Semestre	3493	9503	1549	31010	1134	4590	474	9702	82673	127088
		3° Semestre	3760	7944	2267	51556	1108	10397	424	10320	79907	128886
		4° Semestre	3992	12626	11583	58815	3274	16451	185	4962	78164	152686
		5° Semestre	4371	8408	12318	112161	3562	17342	252	15431	77426	147824
		6° Semestre	4147	9571	13680	73444	1232	16462	472	9342	37608	122074
		7° Semestre	3398	10744	3344	43747	1853	9183	407	5385	23926	117431
		8° Semestre	257	9041	3201	71080	235	15702	275	5696	7244	114656
	Cenário II	1° Semestre	760	11160	1733	19977	1048	5168	364	6967	60335	160724
		2° Semestre	3813	10374	1691	33854	1238	5011	518	10591	90254	138742
		3° Semestre	4104	8672	2475	56284	1210	11350	463	11266	87235	140705
		4° Semestre	4358	13784	12645	64208	3574	17960	202	5418	85331	166687
		5° Semestre	4772	9179	13447	122446	3889	18932	275	16846	84526	161380
		6° Semestre	4528	10449	14934	80179	1345	17971	516	10198	41056	133269
		7° Semestre	3710	11729	3651	47758	2022	10026	444	5878	26120	128200
		8° Semestre	280	9870	3494	77599	257	17142	300	6219	7908	125170

Tabela 7. Valores mínimos e máximos de custo das variáveis de manutenção de cada período das maquinas do grupo (C) os cenários I e II.

Modelo Trator	Cenários	Período	C.Lubrif.		C.Manut.		C.Mo Pr.		C.Mo Terc.		C.Comb.	
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Grupo (C) Massey Ferguson 283	Cenário I	1° Semestre	9318	16278	1010	35630	992	3994	1715	17540	86637	159793
		2° Semestre	5381	12780	2137	16151	2398	13376	849	12777	94026	142332
		3° Semestre	4797	10662	5927	96143	3102	9909	1017	24595	92902	132066
		4° Semestre	3921	11566	19204	100932	3097	15973	685	21915	54359	117503
		5° Semestre	2066	7627	5882	67417	2739	20377	446	3606	43785	103754
		6° Semestre	2978	11107	19596	104236	6086	24519	435	18148	58236	109829
		7° Semestre	5232	9336	10194	75746	4761	16641	475	17662	65432	122693
		8° Semestre	3992	9351	19409	76528	6068	16211	390	21303	66366	127236
		9° Semestre	4055	10187	6071	62660	3497	11501	549	17606	52519	93352
		10° Semestre	1065	11770	1744	36206	566	10013	600	9462	30298	88920
	Cenário II	1° Semestre	10250	17906	1111	39193	1091	4393	1887	19294	95301	175773
		2° Semestre	5920	14058	2350	17766	2637	14713	934	14054	103428	156565
		3° Semestre	5276	11728	6520	105757	3413	10900	1118	27054	102193	145273
		4° Semestre	4313	12723	21125	111026	3407	17571	753	24106	59794	129253
		5° Semestre	2272	8390	6470	74159	3013	22415	490	3966	48164	114129
		6° Semestre	3276	12218	21556	114659	6695	26971	478	19963	64059	120812
		7° Semestre	5756	10270	11213	83321	5238	18305	523	19429	71975	134963
		8° Semestre	4391	10286	21350	84181	6675	17832	430	23433	73002	139959
		9° Semestre	4460	11205	6678	68926	3846	12652	604	19366	57771	102687
		10° Semestre	1171	12947	1918	39826	622	11014	660	10408	33327	97812