

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE
MONITORAMENTO EM OPERAÇÕES MECANIZADAS NA
CITRICULTURA**

Josivan Alves da Silva
Administrador de
Empresas

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE
MONITORAMENTO EM OPERAÇÕES MECANIZADAS NA
CITRICULTURA**

Josivan Alves da Silva

Orientador: Prof. Dr. David Ferreira Lopes Santos

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Administração.

2017

O48f Silva, Josivan Alves da
Viabilidade Econômica de Sistemas de Monitoramento Em
Operações Mecanizadas na Citricultura / Josivan Alves da Silva. --
Jaboticabal, 2017
xii, 91 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientador: David Ferreira Lopes Santos
Banca examinadora: Elton Eustáquio Casagrande, João Paulo
Torre Vieito, Marcelo Tufaile Cassia
Bibliografia

1. Agronegócio. 2. Fitossanidade. 3. Pulverização. 4. Simulação de
Monte Carlo. 5. Sistema de Monitoramento I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 633.34:631.54

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE MONITORAMENTO EM OPERAÇÕES MECANIZADAS NA CITRICULTURA

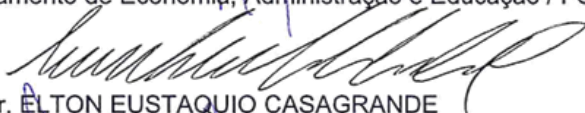
AUTOR: JOSIVAN ALVES DA SILVA

ORIENTADOR: DAVID FERREIRA LOPES SANTOS

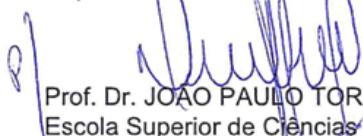
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ADMINISTRAÇÃO, área: GESTÃO DE ORGANIZAÇÕES AGROINDUSTRIAIS pela Comissão Examinadora:



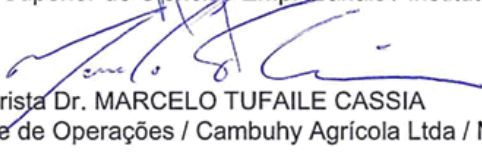
Prof. Dr. DAVID FERREIRA LOPES SANTOS
Departamento de Economia, Administração e Educação / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. ELTON EUSTAQUIO CASAGRANDE
Departamento de Economia / UNESP / Araraquara/SP



Prof. Dr. JOAO PAULO TORRE VIEITO – Videoconferência
Escola Superior de Ciências Empresariais / Instituto Politécnico de Viena e Castelo / Portugal



Parecerista Dr. MARCELO TUFAILE CASSIA
Gerente de Operações / Cambuhy Agrícola Ltda / Matão/SP

Jaboticabal, 05 de setembro de 2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Josivan Alves da Silva, Areia Branca/RN em 27 de Abril de 1987. Professor de Finanças da Universidade Potiguar – UnP - Pós-Graduado em Administração Financeira pela Universidade de Fortaleza - UNIFOR. Possui graduação em Administração - Habilitação Gestão de Negócios pela Universidade Potiguar - UNP. Membro do Centro de Pesquisa em Finanças Aplicadas - UNESP/FCAV. Foi Professor do eixo Gestão e Comércio do Senac/Ce. Foi Professor de Administração, Matemática e Estatística da Faculdade Kurios - FAK. Foi professor de Administração, Finanças e Contabilidade da S.O.S Educação Profissional e Assistente Financeiro na empresa Comercial Distribuidora de Automóveis - CDA.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 Métodos Tradicionais de Avaliação de Investimento	19
2.2 Abordagens Tradicionais de Investimento	19
2.3 Técnicas de Análise do FCD	22
2.3.1 Valor Presente Líquido – VPL.....	22
2.3.2 Taxa Interna de Retorno - TIR.....	24
2.3.3 Payback Descontado	25
2.3.4 Índice de Lucratividade.....	26
2.4 Modelagem da Incerteza das Premissas do Fluxo de Caixa.....	26
2.4.1 Processo Estocástico.....	27
2.4.2 Movimento Geométrico Browniano – MGB.....	30
2.4.3 Simulação de Monte Carlo.....	31
2.5 Gerenciamento Agrícola	34
2.6 Ferramentas de Monitoramento.....	35
2.7 A Importância da Citricultura no Agronegócio Brasileiro	37
2.8 Aspectos da Fitossanidade em Citros	39
2.9 Análise de Investimento no Agronegócio	42
3 METODOLOGIA	46
3.1 Estudo de Caso	46
3.1.1 O Estudo de Caso Quanto a Abordagem	49
3.1.2 Classificação ou Tipologias do Estudo de Caso	51
3.1.3 Desenvolvimento do Estudo de Caso.....	52
3.2 Material	56
3.2.1 Sistema de Monitoramento	61
3.2.2 Monitoramento On Line.....	61

3.2.3	<i>Sistema de Gestão (SGPA)</i>	62
3.2.4	<i>Relatórios Gerenciais (SGPA)</i>	62
3.2.5	<i>Confiabilidade do Projeto de Monitoramento</i>	63
4	RESULTADOS	64
4.1	Entrevistas	64
4.1.1	<i>Nível Operacional (Tratoristas, Líderes e Encarregados)</i>	65
4.1.2	<i>Nível Tático (Supervisores e Coordenadores)</i>	66
4.1.3	<i>Nível Estratégico (Gerentes e Diretor)</i>	66
4.2	Investimento Inicial	67
4.3	Cenário Atual de Custos e Reflexos Fitossanitários do Citros	68
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
5.1	Implicações Gerenciais	82
5.2	Limitações e Sugestões de Trabalhos Futuros	84
	REFERÊNCIAS	866

LISTA DE ABREVIATURAS

CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada Conselho dos Produtores de Laranja e das Indústrias de Suco Consecitrus de laranja
DCF	Discounted Cash Flow
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
FCD	Fluxo de Caixa Descontado
Fundecitrus	Fundo de Defesa da Citricultura
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP-DI	Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna
IL	Índice de Lucratividade
IRR	Internal Rate of Return
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MB	Movimento Browniano
MGB	Movimento Geométrico Browniano
NPV	Net Present Value
PB	Payback
PBD	Payback Descontado
PIB	Produto Interno Bruto
SELIC	Sistema Especial de Liquidez e Custódia
SGPA	Sistema de Gestão
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
TOR	Teoria das Opções Reais
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Passos da Simulação Monte Carlo.	34
Figura 2: Processo de Planejamento de Coleta de Dados em Estudo de Caso.	53
Figura 3: Processo de Análise de Dados em Estudo de Casos.	55
Figura 4: Etapas da pesquisa.....	56
Figura 5: Sistema de Monitoramento On-line	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Abordagens para Avaliação de Investimentos.	19
Quadro 2: Algumas distribuições de probabilidade utilizadas para modelar variáveis aleatórias.....	27
Quadro 3: Classificação dos Processos Estocásticos.....	28
Quadro 4: Processos Estocásticos Mais Usuais.	29
Quadro 5: Conceituação do Estudo de Caso.	47
Quadro 6: Critérios de validade do Estudo de Caso.	48
Quadro 7: Finalidades do Estudo de Caso.....	48
Quadro 8: Tipos de projetos de estudo de caso.....	51
Quadro 9: Grupos de Funcionários Investigados.	53
Quadro 10: Descrição das Visitas <i>in loco</i>	57
Quadro 11: Reuniões por Vídeo Conferência.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados gerais do Brasil entre os períodos de 2005 a 2014 das áreas destinadas à colheita e colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção de laranja.....	38
Tabela 2: Investimento Inicial.	67
Tabela 3: Fluxo de Caixa das Atividades Não Monitoradas (Valores em \$).....	70
Tabela 4: Fluxo de Caixa das Atividades Monitoradas (Valores em \$).....	71
Tabela 5: Fluxo de Caixa Incremental (Valores em \$).....	72
Tabela 6: Valor Presente do Fluxo de Caixa do Projeto (U\$).	75
Tabela 7: Discriminação dos custos por atividade na área monitorada. (U\$).....	76
Tabela 8: Distribuição de Probabilidades	77
Tabela 9: Medidas de Dispersão do VPL do Projeto	78

VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE MONITORAMENTO EM OPERAÇÕES MECANIZADAS NA CITRICULTURA

RESUMO – 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 absorptiva 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. É nesse contexto que se posiciona esse trabalho, que visa analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de monitoramento das operações agrícolas mecanizadas na citricultura mediante o uso de um “Global Positioning System” (GPS). Para tanto, foi feito um estudo de caso único. O caso foi estudado ao longo de toda a safra 2016/2017 em que o sistema foi implantado em 8 tratores e dois caminhões que atuaram em uma área de 2.236 ha. A partir da metodologia do Fluxo de Caixa Descontado (FCD) associado a simulação de Monte Carlo avaliou-se a viabilidade econômica do investimento. O uso do sistema de monitoramento por GPS permitiu a gestão em tempo real o controle de todas as atividades realizadas pelos equipamentos, sendo capaz, não somente, de determinar as melhores atividades a serem realizadas como também em intervir ao longo das atividades em mudanças. Os resultados financeiros evidenciaram valores de até 23,67% menores para as operações monitoradas, sendo a eficiência mais contundente junto a pulverização de Psilídeo. A análise econômica reportou para a viabilidade do investimento com 99,5% de confiança, cujo ganho em Valor Presente Líquido (VPL) por máquina representa 15% do valor de aquisição da mesma. A análise econômica reportou para a viabilidade do investimento com 99,5% de confiança, cujo ganho em Valor Presente Líquido (VPL) por máquina representa 15% do valor de aquisição da mesma. Os resultados deste estudo são pioneiros para as operações mecanizadas na citricultura e denotam a importância em sistema de automação que permitam o melhor gerenciamento das atividades de manejo na produção de laranjas.

Palavras-chave: Agronegócio, Fitossanidade, Pulverização, Simulação de Monte Carlos, Sistema de Monitoramento

ECONOMIC VIABILITY OF MONITORING SYSTEMS IN MECHANIZED OPERATIONS IN CITRUS

ABSTRACT – The automation of agricultural production provides changes in the structure of the costs of rural organizations, generally providing significant reduction of labor costs and greater control of the process of management of agricultural activities. On the other hand, automation requires continuous investments in new technologies and an absorptive organizational capacity of these new technologies. These factors, allied to the search for increased productivity, competitiveness and profitability, mean that agricultural companies can enhance their production system as a whole, by optimizing their operations, aiming at increasing operational capacity and reducing production costs. It is in this context that this work is positioned, which aims to analyze the economic viability of the implementation of a monitoring system of mechanized agricultural operations in the citriculture through the use of a Global Positioning System (GPS). For that, a single case study was done. The case was studied throughout the 2016/2017 harvest in which the system was implanted in 8 tractors and two trucks that operated in an area of 2,236 ha. Based on the Discounted Cash Flow (CDF) methodology associated with Monte Carlo simulation, the economic viability of the investment was evaluated. The use of the GPS monitoring system allowed the real time management of all the activities carried out by the equipment, being able not only to determine the best activities to be performed but also to intervene during the activities in the changes. The financial results showed values of up to 23.67% lower for the monitored operations, being the most compelling efficiency with Psilídeo spraying. The economic analysis reported on the viability of the investment with 99.5% confidence, whose gain in Net Present Value (NPV) per machine represents 15% of the acquisition value of the same. The economic analysis reported on the viability of the investment with 99.5% confidence, whose gain in Net Present Value (NPV) per machine represents 15% of the acquisition value of the same. The results of this study are pioneers for the mechanized operations in the citriculture and denote the importance in automation system that allow the best management of the management activities in the production of oranges.

Keywords: Agribusiness, Phytosanitary, Spraying, Simulation of Monte Carlos, Monitoring System

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos dois anos a economia brasileira apresentou um decréscimo do Produto Interno Bruto (PIB) negativo de -3,8% em 2015 e 3,6% em 2016, o agronegócio registrou crescimento positivo de 1,8% e 4,8% respectivamente (CEPEA, 2017).

Ainda de acordo com dados do Cepea (2017), o Estado de São Paulo registrou no ano de 2015 crescimento negativo do agronegócio de 3%, mas se recuperou em 2016 com taxa de 7,4% impulsionado principalmente pela elevação de 8,9% no ramo agrícola e de 0,8% no ramo pecuário.

Apesar da significância dos números apresentados pelo Cepea (2017), segundo Cassia (2016), a importância econômica do agronegócio não é acompanhada da preocupação de gestão pelos empresários do setor.

Nessa perspectiva, o país oculta uma realidade persistente entre os empresários desse setor, que é a falta de profissionalização da Administração, que entre outros fatores, limita a rentabilidade da atividade, traz problemas associados a liquidez do empreendimento, bem como, a dificuldade de criação de valor no negócio.

Dumer *et al.* (2013) destacam que a gestão das empresas do agronegócio é direcionada a fatores zootécnicos, agrícolas e agroindustriais concentrando conceitos operacionais das atividades específicas e técnicas produtivas, sendo perceptível o pouco uso da contabilidade e de processos gerenciais, em especial os inerentes as questões financeira das empresas em projetos de investimento.

A preocupação com a gestão inclui as áreas de investimentos em novas tecnologias, sistemas de manejo, melhoramento genético, infraestrutura e em decisões estratégicas de verticalização, entre outros (MÜLLER, *et al.*, 2011; BANCHI e LOPES, 2015).

Para Gitman (2010) na análise de qualquer projeto se faz necessário uma abordagem de viabilidade econômico-financeira e exigem preparo da equipe administrativa ao mesmo tempo em que torna uma firma mais rentável.

Autores como Damodaran (2009) e Souza e Clemente (2004) ressaltam que a decisão de investir é de natureza complexa, porque muitos fatores, inclusive de ordem pessoal, entram em cena. Entretanto, é necessário que se desenvolva um modelo teórico mínimo para prever e explicar essas decisões, reforçam os autores.

A decisão de fazer investimento de capital é parte de um processo que envolve a geração e a avaliação de alternativas que atendam às especificações técnicas (MACEDO, 2007). O autor acrescenta, que depois de relacionadas às alternativas viáveis tecnicamente, se analisam quais delas são atrativas no nível econômico financeiramente.

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, AZEVEDO e SAMANEZ, 2015).

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, AZEVEDO e SAMANEZ, 2015; BLOCK, 2007; STOUT *et al.* 2008; BENNOUMA, MEREDITH e MARCHANT, 2010).

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 Buratto (2005) e 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 esses autores, incorporam ao modelo o risco de que cada uma das variáveis estimadas assumam 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.

Abensur (2010, p. 234) considera que “os métodos por simulação de Monte Carlo são considerados os mais completos, pois incorporam posições não lineares, distribuições não normais, parâmetros implícitos, e até mesmo cenários definidos por usuários”.

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. Após ser determinado o plano mais conveniente, aquele que contém o máximo de vantagens e o mínimo de desvantagens, pode-se por em prática na situação real o que se é pretendido pela empresa, é o que já advogava Escudero (1973).

Dentro do âmbito do agronegócio, vários trabalhos nacionais e internacionais, já empreenderam esforços na tentativa de aprimorar e desenvolver ferramentas a fim de contribuir para que as empresas agrícolas sejam mais bem-sucedidas nas suas decisões de investimento através da metodologia do FCD, bem como com ferramentas mais sofisticadas, como por exemplo, a simulação de Monte Carlo (KROPP e POWER, 2016; CAI e STIEGERT, 2014; ASCI, VANSICKLE e CANTLIFFE, 2014; NARDELLI e MACEDO, 2011; MACEDO e NARDELLI, 2011; HACHICHA, KAANICHE e ABID, 2011; LIU e SPORLEDER, 2007; entre muitos outros).

As decisões de investimento por empresas do agronegócio são dispendiosas e sujeitas à alta volatilidade e incerteza. Em muitos casos, o valor do projeto não é determinado apenas pelo fluxo de fluxos de caixa e pelos efeitos colaterais financeiros, mas também pela presença de incertezas substanciais no futuro, como o atraso na implementação do projeto e as oportunidades de crescimento (SAMEH, KAANICHE e ABID, 2011).

Ao avaliar os desafios gerenciais entre produtores na região em que a empresa está situada e na literatura, o estudo identifica o sistema de monitoramento computadorizado das operações agrícolas, como objeto de estudo relevante, que atende e contribui para o mestrado profissional.

A dissertação procura discutir a aplicação do FCD e da simulação de Monte Carlo para um estudo de caso, com base em uma pesquisa exploratória, para avaliar a tomada de decisão de investimento na aquisição de um sistema de monitoramento computadorizado para a atividade de pulverização na produção de laranja. Importa destaque que, dentro da literatura investigada o trabalho se posiciona como pioneiro

em fazer análise de investimento, e mostra os potenciais que essa tecnologia agrega as questões gerenciais das empresas agrícolas.

O agronegócio define características apropriadas a aplicação das técnicas do FCD, e em especial da Simulação de Monte Carlo, tais como: a variabilidade de preços das matérias-primas dos produtos, dos insumos e de volume de produção por conta das condições climáticas e das condições de mercado (OLIVEIRA e PAMPLONA, 2012). As incertezas são associadas naturalmente a qualquer projeto agroindustrial, que trazem a necessidade de uma metodologia que agregue ao FDC algumas flexibilidades no que tange ao tratamento das variáveis incertas, ressaltam os autores.

A inserção do estudo de caso para avaliar o projeto unido as técnicas estatísticas adotadas, possibilitou ao trabalho a identificação de ganhos qualitativos importantes na implantação do sistema de monitoramento, como por exemplo: cenário de mais certezas de informação; conserto de máquinas e equipamentos mais rápidos; comunicação em tempo real; maior eficiência nos processos logísticos, entre outros.

Tais ganhos, embora não sejam possíveis de serem mensurados em valores monetários, refletem de forma positiva nas tomadas de decisões que dizem respeito a gestão de frotas, e processo de pulverização como um todo, além de aumentar o desempenho dos envolvidos no projeto.

Dentro do agronegócio, a fruticultura brasileira tem se destacado em um de seus momentos mais dinâmicos, pois além da ampla variedade de espécies produzidas em todas as regiões do País, e nos mais diversos tipos de clima, o incremento da produtividade e as formas de apresentação e de industrialização colocam as frutas em destaque no agronegócio (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2015).

Um dos setores da fruticultura que evidenciam o Brasil no mundo é a citricultura (PAULILLO e NEVES, 2015). Setor altamente organizado e competitivo, a citricultura é uma das mais destacadas agroindústria brasileira, sendo responsável por 60% da produção mundial de suco de laranja, o Brasil é também o maior exportador do produto (MAPA, 2016).

A cadeia produtiva da citricultura tem um papel substancial para a sociedade brasileira, entre outros fatores, destaca-se a contribuição econômica e social: o sistema agroindustrial citrícola movimenta por ano aproximadamente US\$ 15 bilhões e exporta US\$ 2,5 bilhões (NEVES e KALAKI, 2015), enquanto a sua produção

agrícola, junto com a agroindústria, gera mais de 400 mil empregos diretos e indiretos (AGENDA “CITRUS”, 2015).

Adami (2010) destaca que a citricultura brasileira é vista como atividade razoavelmente rentável no longo prazo, mas caracterizada por preocupante nível de risco. Para Paes e Esperancini (2006) esses riscos são basicamente de dois tipos, o risco de mercado, que também é destacado por (ASCI, VANSICKLE e CANTLIFFE, 2014) e o risco biológico, sendo que ambos afetam os resultados econômicos dos produtores, o primeiro com efeitos mais diretos sobre os preços e, conseqüentemente, na receita, já o segundo, sobre a produtividade e, conseqüentemente, nos custos de produção.

Dentro da literatura pesquisada, alguns trabalho já fizeram a análise de investimento, em temas que estão dentro do contexto econômico-financeiro na citricultura (ADAMI, 2010; PAES et al.2005; PAES e ESPERANCINI, 2006; SILVA 2016; SIMÕES, CABRAL e OLIVEIRA, 2015), porém, os resultados deste estudo são pioneiros para as operações mecanizadas na citricultura e denotam a importância em sistema de automação que permitam o melhor gerenciamento das atividades de manejo na produção de laranjas.

Adami (2010) analisou risco e retorno na citricultura, a análise que confrontava risco e retorno da atividade utilizou o método do valor presente líquido. Já Paes *et al.* (2005) utilizaram um modelo para prever resultados econômicos de três densidades de plantio da cultura, a partir de uma matriz de coeficiente técnico característico da região Sul paulista.

Em estudo similar ao de Paes *et al.* (2005), Paes e Esperancini (2006) modelaram um sistema de informações para previsão de resultados econômicos, sob condições de risco, a fim de analisar a rentabilidade das diferentes densidades de plantio, e para desenvolver o sistema foi utilizada a simulação de Monte Carlo.

Já Silva (2016) analisou as margens relativas e absolutas de comercialização da indústria de processamento de laranja e a viabilidade econômico-financeira para implantação de um empreendimento no Estado de São Paulo. As técnicas utilizadas foram o VPL, TIR, “Payback” e “Payback” descontado.

A pergunta que motiva o desenvolvimento desse estudo é: Como avaliar e determinar a viabilidade econômica de um sistema computadorizado em máquinas utilizadas em uma empresa agrícola cítrica situada no interior do Estado de São Paulo? O objetivo geral do trabalho é analisar a viabilidade econômica do investimento

em sistema computadorizado de monitoramento de operações agrícolas em uma empresa agrícola citrícola situada no interior do Estado de São Paulo, a partir de um estudo de caso, e como objetivos específicos: i) construir o fluxo de caixa do investimento; ii) determinar as incertezas associadas aos investimentos; (iii) conhecer as flexibilidades gerenciais no curso do investimento; e iv) empregar o método do fluxo de caixa descontado associado a simulação de Monte Carlo para analisar a viabilidade do projeto.

Para melhor organizar a apresentação deste estudo, esta dissertação foi organizada em mais quatro seções. A seção subsequente apresenta o quadro teórico que fundamenta a análise de investimento, a modelagem da incerteza das premissas do fluxo de caixa descontado, o gerenciamento agrícola, as ferramentas de monitoramento, a importância da citricultura no agronegócio brasileiro, os aspectos da fitossanidade em citros e a análise de investimento no agronegócio finaliza a seção. A terceira seção traz os material e métodos que permitiram a realização da pesquisa, cujos resultados são apresentados e discutidos na quarta seção. As conclusões e implicações deste estudo são assinaladas na quinta seção. As referências bibliográficas encerram o trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa seção são apresentados os pressupostos teóricos que balizam o desenvolvimento e a compreensão dos temas abordados nesse trabalho: técnicas de análise de investimento; gerenciamento agrícola; e a cadeia do agronegócio, e de modo específico da fruticultura do *citrus*.

2.1 Métodos Tradicionais de Avaliação de Investimento

Os modelos de avaliação de investimentos mais difundidos atualmente envolvem o modelo básico do Fluxo de Caixa Descontado (FCD), com suas principais variantes: o VPL (Valor Presente Líquido), a TIR (Taxa Interna de Retorno) e o período de recuperação de capital (“Payback”). Além desses, outros métodos, como a avaliação relativa e avaliação de direitos contingenciais são apresentados nesse capítulo.

Ressalta-se que embora os métodos tradicionais possam ser considerados limitados com referência à dimensão incerteza, estes são a base para o desenvolvimento de técnicas sofisticadas que atualmente estão sendo aplicadas com sucesso, como as opções reais.

2.2 Abordagens Tradicionais de Investimento

Segundo Damodaran (2009), em linhas gerais, há três abordagens para a avaliação de investimentos: i) avaliação por fluxo de caixa descontado (FCD); ii) avaliação relativa; iii) avaliação de direitos contingentes. No Quadro 1 é apresentado as características de cada uma das abordagens segundo o autor.

Abordagens para Avaliação de Investimentos	
Abordagem	Características
Fluxo de Caixa Descontado	Relaciona o valor de um ativo ao valor presente dos fluxos de caixa futuros esperados relativos aquele ativo.
Avaliação relativa	Estima o valor de um ativo enfocando a precificação de ativos “comparáveis” relativamente a uma variável comum, como lucros, fluxos de caixa, valor contábil ou vendas.
Avaliação de direitos contingenciais	Utiliza modelos de precificação de opções para medir o valor de ativos que possuam características de opções. Alguns desses ativos são ativos financeiros negociáveis,

	como certificados (“warrants”), e algumas dessas opções não são negociadas e baseiam-se em ativos reais (projetos, patentes e reservas de petróleo, por exemplo). Esses últimos são frequentemente chamados de opções reais.
--	--

Quadro 1: Abordagens para Avaliação de Investimentos.

Fonte: Damodaran (2009, p. 11).

A metodologia do FCD (em inglês, “discounted cash flow” – DCF) foi introduzida nas empresas a partir da segunda metade do século XX (BRANDÃO *et al.* 2012), e na concepção de alguns autores essa é a metodologia mais tradicional usada para análise de investimento, que consiste em analisar a viabilidade de um projeto de investimento de capital com base nos fluxos de caixa futuros esperados, e na análise de seu principal índice, o tradicional valor presente líquido (VPL) (COSTA, AZEVEDO e SAMANEZ, 2015; BLOCK, 2007; STOUT *et al.* 2008; BENNOUMA, MEREDITH e MARCHANT, 2010).

Para Assaf Neto (2014) esse método de cálculo de valor, está voltado para apuração da riqueza absoluta do investimento – valor presente de um fluxo de benefícios econômicos líquidos de caixa esperado no futuro -, estando perfeitamente consistente com o objetivo enunciado das finanças corporativas de maximização do valor da empresa. Em adição, Rocha (2008) considera essa abordagem como “técnica ortodoxa”.

Segundo Macedo e Nardelli (2011) a principal característica desse método é que não se podem comparar quantias em instantes de tempo diferentes, uma vez que um mesmo montante tem valores diferentes em períodos diferentes. O método consiste, então, em obter valores equivalentes em um único período, finalizam os autores.

Saurin, Costa Junior e Zilio (2007, p. 126) destacam que “o ponto fraco desta metodologia é que está baseada em projeções, portanto, a qualidade dos resultados depende dessas estimativas”. Já para Macedo (2007) as grandes limitações deste modelo são a confiabilidade das estimativas de fluxo de caixa futuros e da taxa mínima de atratividade (TMA) ajustada ao risco.

Sobre a colocação de Macedo (2007) no que tange as limitações do FCD, Brigham e Houston (1999) dizem que a etapa mais importante e também mais difícil é a estimativa dos fluxos de caixa futuros, que envolve previsões de quantidades e

preços de produtos e insumos, levando em consideração a identificação dos fluxos de caixa relevantes ou incrementais ou diferenciais.

Brandão e Dyer, (2009, p. 20) acrescentam que “é sabido que o método do fluxo de caixa descontado não é adequado para avaliar ativos contingenciais como opções sobre ativos financeiros e sobre ativos reais”.

Ainda sobre as limitações do FCD, Brandão *et al.* (2012) salientam que o método do FCD ignora o valor da oportunidade de se alterar a estratégia operacional de um projeto em resposta a alterações nas condições de mercado. Os autores também destacam que a análise do FCD é estática e não permite uma avaliação mais precisa dos riscos envolvidos nem captura o valor das garantias de mitigação de risco oferecidas na avaliação de alguns projetos.

De acordo com Damodaran (2007) na avaliação pelo fluxo de caixa descontado, o valor de um ativo presente é o valor presente dos fluxos de caixa previstos desse ativo, descontado a uma taxa que reflita o grau de risco desses fluxos de caixa. Ainda de acordo com o autor essa abordagem é a mais comum nas salas de aula e apresenta-se com as melhores referências teóricas.

A estrutura tradicional do fluxo de caixa para análise de investimentos é apresentada a seguir conforme (ASSAF NETO, 2014):

- (+) Receita
- (-) Deduções da Receita
- (=) Receita Líquida
- (-) Custos
- (-) Despesas
- (=) EBTIDA
- (-) Depreciação
- (=) Lucro antes do IR (LAIR)
- (-) IR + CSLL
- (=) Lucro Líquido
- (+) Depreciação
- (=) Fluxo de Caixa Operacional
- (-) Investimento
- (=) FCL

O FCD pode ser calculado a partir da Equação 1:

$$FCD = \sum_{j=0}^n \frac{FCL_j}{(1+i)^j} \quad (01)$$

Onde:

FCD = Fluxo de Caixa Descontado

FCL = Fluxo de Caixa Livre

i = Taxa de retorno

n = Número de períodos

2.3 Técnicas de Análise do FCD

No modelo do FCD várias técnicas podem ser utilizadas para as análises de viabilidade econômico-financeira, como por exemplo, Valor Presente Líquido (VPL) – ou “Net Present Value” (NPV) em inglês; a Taxa Interna de Retorno (TIR) – ou “Internal Rate of Return” (IRR) em inglês; a Relação Benefício Custo (B/C); o período de “Payback” Descontado (PPD); e Índice de Lucratividade (IL), com exceção para alguns projetos com fluxos de caixa não convencionais, todas as técnicas convergirão à mesma decisão (DAMODARAN, 2007; GITMAN, 2004; ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2002; BERK, DEMARZO e HARFORD, 2010).

Segundo Silva, Ferreira e Monteiro (2011) em função da dinâmica dos negócios, as técnicas de análise de investimento têm sido usadas tanto para investimentos de porte, associados a longos horizontes de planejamento, como para operações de curto prazo como, por exemplo, nas decisões rotineiras sobre compras à vista ou compras a prazo.

2.3.1 Valor Presente Líquido – VPL

O VPL já vem sendo utilizado em análise de projetos desde o início do século XX (ROCHA, 2008), e mede a riqueza gerada por um determinado ativo a valores atuais (MACEDO, 2007).

De acordo com Assaf Neto (2014, p. 388) “a medida do valor presente líquido é obtida pela diferença entre o valor presente dos benefícios líquidos de caixa, previstos para cada período do horizonte de duração do projeto, e o valor presente do investimento”.

Ainda de acordo com Assaf Neto (2014), o VPL pode ser calculado a partir da seguinte expressão:

$$VPL = \left[\sum_{j=1}^n \frac{FCL_j}{(1+i)^j} \right] - \left[I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{I_j}{(1+i)^j} \right] \quad (02)$$

Onde:

FCL_j = fluxo (benefício) de caixa líquido de cada período;

i = taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida;

I_0 = investimento processado no momento zero;

I_j = valor do investimento previsto em cada período subsequente.

Para Ehrhardt e Brigham (2010, p. 375) “O NPV é usualmente considerado o melhor critério de análise”. Não obstante, artigos clássicos como o de Durand (1952) enfatiza que o VPL é uma técnica importante na valoração de empreendimentos.

Para Costa, Azevedo e Samanez (2015, p. 1247) no que tange o VPL “existe uma série de desvantagens que torna inapropriado em alguns casos o uso desse índice”. Entre elas, segundo os autores, o fato que o VPL analisa as oportunidades de investimentos como decisões de “agora ou nunca”, sob uma gerência passiva e sem considerar as flexibilidades inerentes à maioria dos investimentos de capital, o que é pouco realista.

Em adição, Samanez *et al.* (2014) acrescentam que o VPL ignora as consequências das possíveis atitudes dos competidores. Padoveze (2013) destaca que o VPL é um critério rígido e não leva em consideração o andamento dos projetos após sua aprovação, por não permitir incorporar a flexibilidade na sua análise.

Ainda apresentando algumas das limitações do VPL, Francischetti *et al.* (2014) salientam que é um critério do tipo “faça ou não faça” e não consideram a opção de mudanças no projeto em algum momento após o seu início.

Para Rebelatto (2004) a grande vantagem do VPL como indicador para avaliação de investimento reside no fato de que apresenta o resultado em valores monetários, representando o diferencial de ganhos em relação a aplicação do capital a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) estabelecida pela empresa e não representando lucros e/os prejuízos em termos absolutos.

A regra do VPL considera que projetos com VPL negativo devem ser descartados e somente aqueles com valor positivo devem ser empreendidos. No caso

de comparação entre dois ou mais projetos, prevalecem aqueles com maior VPL (DAMODARAN, 1997).

De modo geral, a regra para o VPL segundo Debertin (2015) é a seguinte:

Se o $VPL > 0$, aceita-se o projeto;

Se o $VPL < 0$, rejeita-se o projeto;

Se o $VPL = 0$, é indiferente investir ou não nesse projeto.

O autor acrescenta que o VPL só se torna inviável quando é negativo, pois nesse caso sua remuneração é inferior a TMA, enquanto quando é positivo sua remuneração é maior que a TMA. E quando o VPL é igual a zero indica uma rentabilidade com taxa igual a TMA.

Ainda de acordo com Debertin (2015), os fundamentos encontrados na literatura para o investidor ser indiferente ao investimento no caso do $VPL = 0$, está diretamente ligado a escolha da TMA, pois se o investidor usa a TMA com base na taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidez e Custódia), e o VPL é igual a zero, é possível afirmar que ele será indiferente com relação ao investimento, já que receberia a mesma remuneração no mercado de títulos do governo com baixo risco.

Por fim, o autor argumenta que se o investidor define a TMA com base no custo de oportunidade de capital, ele não estaria mais indiferente quanto ao investimento, pelo fato de estar sendo remunerado numa taxa presente de mesmo risco.

Buarque (1991) salienta que a determinação da TMA apresenta uma grande dificuldade para os investidores, visto a diversidade de metodologias que a mesma pode ser determinada.

Por fim, Blank e Tarquin (2005) destacam que o VPL é um método confiável e flexível, porém de difícil interpretação para as empresas, o que leva os investidores a optar pela avaliação econômica de projetos através da TIR.

2.3.2 Taxa Interna de Retorno - TIR

Outra técnica para análise de investimentos é a Taxa Interna de Retorno (TIR). A TIR é a taxa de retorno que traduz o resultado do projeto em percentual que deve ser comparado com a taxa de desconto utilizada para projetos semelhantes (ASSAF NETO, 2014; ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2002; GITMAN, 2004).

Segundo Damodaran (1997), a TIR é a taxa que torna o valor presente das entradas igual ao valor presente das saídas, ou seja, iguala os valores equivalentes

dos fluxos de caixa futuros obtidos ao longo do projeto ao montante de investimento inicial.

De acordo com Assaf Neto (2014) a TIR pode ser calculada, supondo-se a atualização de todos os movimentos de caixa para o momento zero, da seguinte forma:

$$I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+K)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t} \quad (03)$$

Onde,

I_0 = montante do investimento no momento zero (início do projeto);

I_t = montantes previstos de investimento em cada momento subsequente;

K = taxa de rentabilidade equivalente periódica (TIR);

FC = fluxos previstos de entradas de caixa em cada período de vida do projeto (benefícios de caixa).

Para Silva (2016) a lógica da TIR é a de que se o projeto está oferecendo um retorno igual ou superior a TMA, ele estará gerando caixa suficiente para pagar os juros e para trazer remuneração adequada aos acionistas. Logo se a TIR do projeto for maior que a TMA, significa que a empresa estará aumentando sua riqueza ao aceitá-lo. Caso contrário deve ser rejeitado.

É importante ressaltar que não se devem utilizar *rankings* de TIR's, pois esses podem levar a empresa, no caso de projetos mutuamente excludentes, a escolhas erradas e, por conseguinte, não maximizam a riqueza dos proprietários (LUNGA *et al.*, 2008).

2.3.3 *Payback Descontado* -PBD

O *Payback Descontado* consiste, nas palavras de Damodaran (1997), no período de tempo necessário para que os valores presentes dos fluxos de caixa futuros recuperem o valor investido no projeto. De acordo com Macedo e Nardelli (2011), pela regra do *payback*, um investimento é aceitável quando o retorno do capital investido se dá num tempo igual ou menor que o padrão da empresa, que seria o tempo máximo que a empresa aceitaria esperar pelo retorno de seus investimentos. Se for superior, o projeto deverá ser rejeitado, enceram os autores.

Segundo Silva (2016) o período de “payback” é frequentemente interpretado como um importante indicador do nível de risco (ou, ao contrário, de liquidez) de um

projeto de investimento. Quanto maior for o prazo maior será o risco envolvido nessa decisão, finaliza o autor.

2.3.4 Índice de Lucratividade

O índice de lucratividade (IL), ou índice de valor presente, é uma variante do VPL: é determinado por meio da divisão do valor presente dos benefícios líquidos de caixa pelo valor presente dos dispêndios (desembolsos de caixa), ou seja:

$$IL = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{\text{Benefícios_Caixa}_j}{(1+i)^n}}{\sum_{j=1}^n \frac{\text{Desembolso_Caixa}_j}{(1+i)^n}} \quad (04)$$

Santos e Jurca (2013, p. 138) salientam que “o IL não pode ser usado isoladamente, pois enquanto resultado percentual não dimensiona a escala do investimento, bem como, a sequência do fluxo de caixa”.

2.4 Modelagem da Incerteza das Premissas do Fluxo de Caixa

A correta modelagem do comportamento estocástico da variável incerta é fundamental para a avaliação das opções reais porventura existentes num projeto (BASTIAN-PINTO, 2015). O autor acrescenta que devem ser consideradas questões como: características econômicas, tempo de vida do ativo ou projeto, as dificuldades na parametrização do modelo estocástico escolhido, a aplicabilidade deste nas soluções dos modelos usados para valoração, entre outros fatores.

Diversos autores ressaltam que a escolha do processo para modelagem estocástica das incertezas envolvidas num projeto pode ter um efeito considerável no valor das opções reais associadas a este. Bastian-Pinto *et al.* (2009) avaliaram uma opção real de troca de produto disponível para usinas processadoras de cana de açúcar no setor de etanol no Brasil e apontaram que a diferença no valor desta pode variar de 20% a 70% sobre o caso base, quando as incertezas são modeladas por MRM ou MGB, respectivamente (OZORIO *et al.* 2012).



2.4.1 Processo Estocástico



Para Ozorio *et al.* (2012) as decisões de investimento tanto em ações e derivativos financeiros, como em projetos empresariais, são afetadas por incertezas de diversos tipos, e uma forma de tratar tais incertezas é através do estudo dos processos estocásticos que descrevem o comportamento dos preços desses ativos no tempo.

Ainda de acordo com Ozorio *et al.* (2012, p. 217) “é possível definir processos estocásticos como variáveis que evoluem discretamente ou continuamente no tempo de forma imprevisível ou, no mínimo, parcialmente aleatória”.

De forma muito similar, Hull (2006) diz que uma variável que se comporta ao menos parcialmente de forma aleatória através do tempo, assumindo valores imprevisíveis, tem seu comportamento descrito por um processo estocástico.

Noronha (2006) diz que os processos estocásticos podem ser contínuos ou discretos, dependendo da natureza da variável tempo ser contínua ou discreta. A autora ainda destaca algumas distribuições de probabilidade utilizadas para modelar variáveis aleatórias conforme Quadro 2:

<p>Distribuição Normal</p> 	<p>É a distribuição mais importante na teoria das probabilidades, porque ela descreve muitos fenômenos naturais, tais como QI's, pesos ou alturas de pessoas. Tomadores de decisão podem usar distribuição normal para descrever incertezas como a taxa de inflação ou o preço futuro da gasolina.</p> <p>Suas três condições são:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Algum valor da variável de incerteza é o mais provável (a média da distribuição); • A variável de incerteza pode tanto estar acima como abaixo da média (simetria em relação à média). <p>É mais provável a variável de incerteza estar na vizinhança da média do que longe dela.</p>
<p>Distribuição Lognormal</p> 	<p>Essa distribuição é largamente usada em situações onde valores são positivamente inclinados, por exemplo, em análise financeira para avaliação de preços de ações ou em bens imóveis para avaliação de bens. Preços de ações são usualmente positivamente inclinados em vez de normalmente (simetricamente) distribuídos. Preços de ações exibem essa tendência porque eles não podem cair abaixo de zero, mas podem aumentar para qualquer preço sem limite. Similarmente, preços de bens imóveis ilustram inclinação positiva, pois valores de bens não podem se tornar negativos.</p> <p>As três condições subordinadas à distribuição são:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A variável de incerteza pode aumentar sem limites, mas não pode cair abaixo de zero; • A variável de incerteza é positivamente inclinada, com a maior parte dos valores próximos ao limite inferior; <p>O logaritmo natural da variável de incerteza produz uma distribuição normal.</p>

<p>Distribuição Triangular</p> 	<p>Descreve uma situação onde se conhece o valor mais provável de ocorrer, o valor mínimo e o valor máximo. Por exemplo, é possível descrever o número de carros vendidos por semana quando as vendas passadas revelam o número mínimo, o número máximo e o número usual de carros vendidos.</p> <p>As condições da distribuição são:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O valor mínimo é conhecido; • O valor máximo é conhecido; <p>O valor mais provável de itens cai entre o mínimo e o máximo, compondo uma distribuição em forma de triângulo, que mostra que os valores próximos ao mínimo e ao máximo são menos prováveis de ocorrer que os próximos do valor mais provável.</p>
<p>Distribuição Uniforme</p> 	<p>Todos os valores entre o mínimo e o máximo ocorrem com igual probabilidade.</p> <p>As três condições subordinadas a essa distribuição são:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O valor mínimo é fixo; • O valor máximo é fixo; • Todos os valores entre o mínimo e o máximo ocorrem com probabilidades iguais.

Quadro 2: Algumas distribuições de probabilidade utilizadas para modelar variáveis aleatórias.

Fonte: Noronha (2006, p. 58) com base em Mun (2002).

Um processo estocástico pode ser definido pela expressão $X = \{X(t), t \in T\}$ que pode ser considerada uma coleção de variáveis aleatórias. Segundo Noronha (2006) para cada instante t em um horizonte T , $X(t)$ é uma variável aleatória, e normalmente t é interpretado como o tempo e $X(t)$ um dado estado que pode ocorrer no tempo t . Ainda de acordo com Noronha (2006) um processo estocástico pode ser visto como uma previsão $E[X(t)]$ mais um erro dessa previsão. Ou seja: $X(t) = E[X(t)] + \epsilon(t)$.

Um exemplo clássico de processo estocástico é o preço de ações, que pode ser modelado como uma variável que se movimenta com alguma tendência, mas flutua aleatoriamente ao redor desta (MONTEIRO, 2003).

Em relação a sua classificação, os processos estocásticos podem ser classificados em: (i) espaço de estados; (ii) a natureza do conjunto T e (iii) as características estatísticas das variáveis aleatórias que definem o processo. O Quadro 3 fala sobre cada uma dessas classificações.

Espaço de estados	Se X for um conjunto de estados finito ou contável ($X = \{0, 1, 2, \dots\}$, ou seja, o conjunto de inteiros não-negativos), $X(t)$ é um “processo de estados discretos” ou, como é usualmente referido, uma “cadeia”. Para qualquer outro caso, o processo é designado por “processo de estados contínuos”.
A variável temporal	Se o conjunto T , que especifica os valores da variável t , for finito ou contável, $X(t)$ é um “processo em tempo discreto” e a notação usada é $\{X(t), t = 0, 1, 2, 3, \dots\}$. Neste caso, T é normalmente o conjunto dos inteiros não-negativos. Em caso contrário $X(t)$ é designado por “processo em tempo contínuo”, sendo usada a notação $\{X(t), t \geq 0\}$.

Características estatísticas das variáveis aleatórias	Um processo estocástico diz-se <i>estacionário</i> se o seu comportamento estocástico for independente do tempo, ou seja, se a função distribuição da(s) v.a. que o define(m) não variar no tempo.
---	--

Quadro 3: Classificação dos Processos Estocásticos.

Em adição, com base em Dias (2009) que classifica os processos estocásticos para modelagem de petróleo em três categorias, Ozorio *et al.* (2012) criaram uma tabela dos processos estocásticos mais usuais conforme apresentado no Quadro 4 a seguir:

Tipo do Processo Estocástico	Nome do Modelo	Referências
Modelo Imprevisível	Movimento Geométrico Browniano (MGB)	Paddock et al. (1988)
Modelo Previsível	Reversão a Média Pura	Dixit & Pindyck (1994); Schwartz (1997, modelo 1)
Modelos Mais Realistas	Modelo de Dois ou Três fatores e Reversão à Nível de Equilíbrio Incerto	Gibson & Schwartz (1990); Schwartz (1997, modelos 2 e 3), Baker et al. (1998), Schwartz & Smith (2000)
	Reversão a Média com Salto	Dias & Rocha (1999), Aiube <i>et al.</i> (2008)

Quadro 4: Processos Estocásticos Mais Usuais.

Fonte: Ozorio *et al.* (2012, p. 218).

De uma forma geral, Ozorio *et al.* (2012) destacam que se o tempo de vida do ativo (ou derivativo) for relativamente curto, o aprofundamento na pesquisa para determinação do processo estocástico pode ser considerado uma questão de menor relevância, permitindo sua escolha em função da facilidade de obtenção de parâmetros e da construção do modelo de avaliação.

Em complemento, Dixit & Pindyck (1994) advogam que em curtos períodos de tempo, processos de preço do tipo MGB (Movimento Geométrico Browniano) são dominados prioritariamente por choques estocásticos, enquanto, à medida que tempo evolui passam a ser mais influenciados pelos componentes que determinam suas tendências.

Comumente os processos estocásticos são modelados com base no Movimento Geométrico Browniano, que será apresentado com mais detalhes na próxima seção.

2.4.2 Movimento Geométrico Browniano – MGB

Em geral, as incertezas em projetos de investimentos são modeladas pelo Movimento Geométrico Browniano – MGB (BRENNAN e SCHWARTZ, 1985; MCDONALD e SIEGEL, 1985; OZORIO *et al.*, 2012).

O MGB é fácil de modelar e, a rigor, é um ótimo processo estocástico para modelagem de preços de ações, “commodities” financeiras como ouro, índices de mercado como Ibovespa, e ativos financeiros em geral, mas também para demanda de novos produtos, terrenos, etc. (BASTIAN-PINTO, 2009).

O movimento browniano (MB) é um processo estocástico $B = \{B_t\}_{t \geq 0}$ com incrementos independentes e estacionários que seguem uma distribuição gaussiana. O movimento browniano (MB) é certamente, a origem da análise estocástica de hoje (SANTOS, 2005).

Segundo Santos e Jurca (2013) o MGB, também conhecido como movimento de Wiener tem como características: i) os valores futuros do ativo subjacente assumem um processo de Markov; ii) processo é estacionário ao longo do tempo; iii) distribuição de probabilidades para a variação do processo ao longo do tempo é independente de qualquer outro intervalo de tempo; iv) qualquer variação no intervalo de tempo estudado tem distribuição normal e variância crescente.

A modelagem em finanças e o Movimento Browniano (MB) já caminham em conjunto desde o século passado, quando Bachelier (1900) propôs e Einstein (1905) formulou o MB, o preço de um ativo financeiro S_t foi modelado da seguinte maneira:

$$S_t = s_0 + \sigma Wt \quad (05)$$

Para Ozorio *et al.* (2012, p. 217) “O MGB é o caso base utilizado na maioria dos modelos de opções financeiras e opções reais e tem entre outras características desejáveis uma pequena quantidade de parâmetros a serem estimados”.

Este processo é empregado na modelagem do preço de ativos, taxas de juros, preços de produtos e outras variáveis econômico-financeiras (NORONHA, 2005). No entanto, seu grande problema é o fato de que ele pode divergir, fazendo com que os preços tendam para o infinito à medida que o intervalo de tempo seja aumentado, propriedade indesejável quando se está lidando com ativos de longa maturidade (OZORIO *et al.* 2012).

O MGB pode ser matematicamente representado pela Equação 6:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz \quad (06)$$

Em que:

dS/S = retorno da variável estocástica;

μdt = parcela do valor esperado;

σdz = parcela do desvio (variância).

As variáveis dessa fórmula também podem ser vistas de forma mais analítica, onde:

S é a variável incerta;

μ é a taxa de crescimento;

σ é a volatilidade;

dt é o intervalo infinitesimal de tempo;

dz é o incremento padrão de Wiener, $dz = \varepsilon \sqrt{dt}$, $\varepsilon \Delta N(0,1)$.

Nesse modelo, em cada instante de tempo dt , o valor da variável apresenta uma distribuição lognormal, o que é conveniente para a modelagem de preços de ativos ou salários, que não podem apresentar valores negativos.

Outra forma de modelar um MGB é o modelo de tempo discreto de Cox, Ross e Rubinstein (1979), em que se assume que um ativo com preço inicial S_0 pode aumentar para S_0u ou reduzir seu valor para S_0d , em que $u > 1$ e $0 < d < 1$ em cada período de tempo discreto Δt . Esse modelo também pode ser utilizado para o cálculo do valor de uma opção.

Já em tempo contínuo, o MGB pode ser calculado conforme Equação 7.

$$d \ln V = v dt + \sigma dz \quad (07)$$

Sendo que dz é incremento de Weiner ($dz = \varepsilon \sqrt{dt}$) (OLIVEIRA e PAMPLONA, 2012).

2.4.3 Simulação de Monte Carlo

Garcia, Barros e Lustosa, (2010, p. 159) postulam que “simulação é um instrumento de análise quantitativa utilizado para gerar e analisar alternativas antes de sua implementação”. Já Andrade (1989, p. 238) acrescenta que “a simulação pode ser usada para experiências com novas situações, sobre as quais se tem pouca ou mesmo nenhuma informação, com o intuito de preparar a administração para o que possa acontecer.”

Assim, 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. Após ser determinado o plano mais conveniente, aquele que contém o máximo de vantagens e o mínimo de desvantagens, pode-se por em prática na situação real o que se é pretendido pela empresa, é o que já advogava Escudero (1973).

Existem dois tipos de modelos de simulação, que são os determinísticos e os probabilísticos (GARCIA, BARROS e LUSTOSA, 2010). Para os determinísticos “pressupõe-se que os dados são obtidos com certeza” (REIS e MARTINS, 2001, p. 58), ou seja, não incorpora as probabilidades de que o valor escolhido para a simulação sofra alterações futuras. Já a segunda “incorpora o comportamento probabilístico no relacionamento interno do sistema, na tentativa de capturar a natureza probabilística envolvida nas variáveis que cercam o sistema, por meio da utilização da técnica estatística e do uso de computadores” (GARCIA, BARROS e LUSTOSA, 2010, p. 159).

Nascimento e Zucchio (2012) destacam que os modelos de simulação probabilísticos tiveram sua origem no método de Monte Carlo e têm como foco simulações de fenômenos aleatórios, introduzindo a análise de riscos, incorporando as variáveis ambientais e, conseqüentemente, os elementos de incerteza inerentes

Para Hull (2006) e Abreu e Stephan (1982) o método de Monte Carlo é um método de simulação estocástica que permite um procedimento de amostragem baseado na utilização de números aleatórios, porque esse tipo de análise resultou do trabalho sobre matemática em apostas de cassinos, que são sorteados – daí o nome, já que o princípio é semelhante ao da roleta – para gerar resultados e as distribuições de probabilidades correspondentes (ABENSUR, 2010).

Segundo Moraes *et al.* (2016, p. 38) o método de Monte Carlo consiste em “obter números aleatórios e, logo em seguida, convertê-los em observações da variável ou variáveis do modelo”. Moraes, *et al.* (2016, p. 38) ainda ressaltam “que a simulação de Monte Carlo utiliza tradicionalmente a Amostragem Aleatória Simples como método amostral, o qual também será comparado com as técnicas de redução de variância”.

De acordo com Oliveira (2012), David Hertz foi o primeiro autor a ilustrar a aplicabilidade da Simulação de Monte Carlo à teoria financeira, em seu artigo “Risk Analysis in Capital Investment”, publicado em 1964. Nesse artigo, segundo o autor, Hertz sugeriu a utilização da Simulação de Monte Carlo na análise de projetos como forma de mensurar os riscos inerentes a cada variável. Atualmente, a metodologia possui uma extensa aplicabilidade prática nas finanças (OLIVEIRA, 2012).

Silva, Ferreira e Monteiro (2011) destacam que esta metodologia, incorporada aos modelos de finanças, fornece como resultado aproximações para as distribuições de probabilidade dos parâmetros, que estão sendo estudados, em que são realizadas diversas simulações, sendo que, em cada uma delas são gerados valores aleatórios para o conjunto de variáveis de entrada e parâmetros do modelo que estão sujeitos à incerteza. Esses valores aleatórios seguem distribuições de probabilidade específicas, que devem ser identificadas ou estimadas previamente.

Segundo Oliveira e Pamplona (2012, p. 338) em casos, “em que não se trabalha com dados históricos, uma alternativa é a de se utilizar simulação de Monte Carlo para calcular a estimativa da volatilidade dos fluxos de caixa”. Os autores acrescentam que no método de Monte Carlo, as principais fontes de incerteza do projeto, tais como: receitas, taxas de desconto, custos e despesas, impostos e depreciação, entre outras, podem servir como variáveis de entrada para a simulação.

Oliveira e Pamplona (2012) ainda acrescentam que alguns autores, nos anos recentes, têm trabalhado nesta árdua tarefa de propor modelos para estimar a volatilidade para o trabalho com ativos reais, sugerindo diferentes variações para a aplicação da simulação de Monte Carlo. Em adição, os autores dizem que nos modelos propostos, a volatilidade do ativo subjacente é estimada pelo cálculo do desvio padrão da taxa de retorno, que, por sua vez, é desenvolvida por meio de uma distribuição de probabilidades, que é simulada por meio do método de Monte Carlo.

A seguir, são apresentados na Figura 1 os passos necessários para a realização da simulação de Monte Carlo.

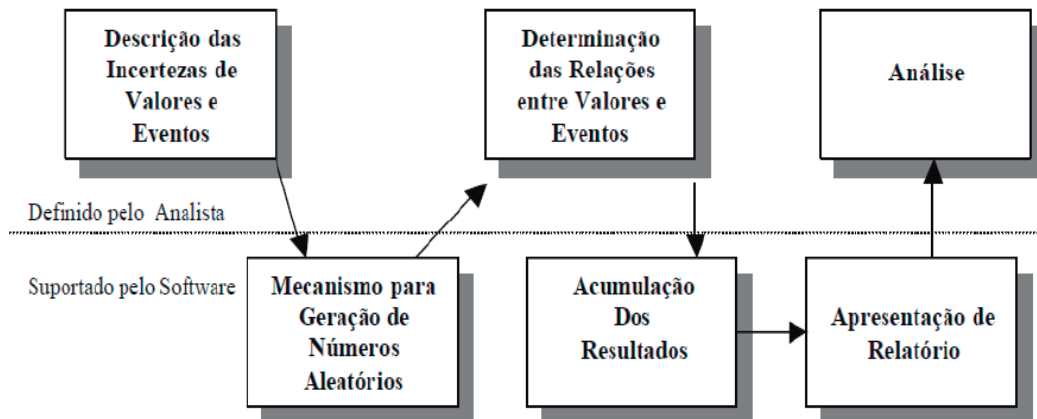


Figura 1: Esquemática da Simulação Monte Carlo.
Fonte: Oliveira (2012, p. 452) baseado em Grey (1995).

Após o desenvolver dessas etapas o processo de avaliação pela simulação de Monte Carlos se torna mais viável, e seus resultados mais confiáveis.

“O modelo de Simulação de Monte Carlo utiliza como premissa a geração de números aleatórios que seguem uma distribuição já determinada, garantindo a criação de diferentes cenários em análise, onde são mensurados os riscos de mercado” (SOUZA, SANTOS e ANDRADE, 2017, p. 68). Neste sentido, segundo os autores, é necessário que haja uma repetição contínua de simulação, gerando milhares de cenários, para que as variáveis aleatórias gerem um resultado consistente.

Abensur (2010, p. 234) considera que “os métodos por simulação de Monte Carlo são considerados os mais completos, pois incorporam posições não lineares, distribuições não normais, parâmetros implícitos, e até mesmo cenários definidos por usuários”.

De acordo com as características do sistema analisado e com o respaldo científico dos vários trabalhos citados, adotou-se o método de Simulação de Monte Carlo para a operacionalização da avaliação do sistema de monitoramento das operações agrícolas mecanizadas.

2.5 Gerenciamento Agrícola

No atual cenário agrícola onde há busca pelo aumento de produtividade, competitividade e rentabilidade, ocorre a necessidade de potencializar o sistema

produtivo como um todo (CASSIA, 2016). Neste contexto, a mecanização agrícola torna-se uma grande aliada, por meio da otimização das operações que a envolve, objetivando o aumento da capacidade operacional e redução nos custos de produção.

Assim, a gestão de frotas, a qual consiste em monitorar, acompanhar e gerenciar torna-se uma ferramenta eficaz para o aprimoramento da produção agropecuária (BANCHI e LOPES, 2015).

Esse aprimoramento aliado à manutenção da qualidade nas operações é fator de grande importância para a otimização dos recursos de máquinas agrícolas, visando ao aumento da capacidade operacional e, conseqüentemente, à redução dos custos de produção (CASSIA, 2016). Nesse processo, é essencial que os profissionais envolvidos tenham o máximo de conhecimento prático-teórico, uma vez que se torna fundamental para o correto andamento das operações agrícolas (TOLEDO, SILVA e FURLANI, 2013).

2.6 Ferramentas de Monitoramento

As operações agrícolas de uma empresa rural apresentam particularidades como dependência de fatores climáticos altamente variáveis, necessidade de realização das operações em campo em curtos intervalos de tempo, qualidade da mão de obra, dificuldade de apropriação de dados para controle e especialização gerencial, que dificultam o seu gerenciamento, e acentuam a necessidade de um sistema que auxilie e oriente nas decisões (SILVA e VOLTARELLI, 2015).

Segundo Toledo *et al.* (2011) na administração destas operações vários tipos de informações são importantes, pode-se citar as condições e o desempenho das máquinas, dados associados às atividades de campo (tempo de trabalho e área trabalhada), dados sobre o desempenho operacional (velocidade de deslocamento, consumo de combustível, etc.) e os dados de substâncias usadas e fluxo de material (como misturas de produtos químicos e fertilizantes aplicados).

A automação da produção agrícola, ocorrida nas últimas décadas, proporcionou algumas mudanças na estrutura dos custos dos produtos das organizações rurais, ocorrendo significativa redução dos custos com mão de obra e a evolução dos custos com depreciação e manutenção de máquinas (BRANCO, 2011).

Frente a este contexto, Bianchi e Lopes (2015) ressaltam que os custos de mecanização passaram a representar o segundo principal componente do custo de produção na atividade rural, perdendo, apenas para os insumos.

Assim, nas propriedades mecanizadas, o monitoramento dos conjuntos mecanizados merece grande atenção, de modo que a aquisição de dados sobre o desempenho operacional de cada máquina é fator fundamental no gerenciamento das operações agrícolas, visando racionalizar o emprego das máquinas na execução das operações, bem como a relação entre o trabalho e o sistema homem/máquina/produção (CASSIA *et al.*, 2015).

Contudo, as empresas têm um custo significativo monitorando estes equipamentos manualmente e na maioria das vezes, isso torna-se inviável pelo excesso de trabalho, ou quando as máquinas ou os controladores falham (ENALTA, 2011).

A técnica de obtenção de dados que tem sua transmissão a partir de um ponto remoto tem-se generalizado ao longo dos últimos anos a um número cada vez maior de áreas de aplicação.

Este crescimento deve-se às óbvias vantagens de gestão remota aliadas à evolução tecnológica, que permitem o desenvolvimento de sistemas “machine to machine” (M2M), que é a chamada comunicação máquina a máquina, em que as máquinas conversam entre si, trocando informações com os sistemas por uma rede sem fio, sem a interferência humana (BRANCO, 2011).

Logo, o emprego destas tecnologias possibilita criar sistemas totalmente autônomos, a custos reduzidos e desempenho melhorado. Da mesma forma, as redes permitem o monitoramento de zonas geograficamente dispersas e o transporte da informação desde minúsculas unidades de aquisição lançadas na área, até sistemas que concentram e transmitem essa informação para níveis de decisão e gestão (LANDECK *et al.* 1998).

O monitoramento dos trabalhos realizados pelas máquinas agrícolas e do emprego de insumos e serviços, vem sendo realizado em algumas empresas rurais por meio das chamadas auditorias, processo no qual são avaliados parâmetros que possibilitem a caracterização e o acompanhamento das atividades desejadas (CASSIA, 2016). A princípio, este monitoramento era realizado com a coleta manual de dados, porém hoje em dia, a transmissão remota de dados tem se tornado recurso fundamental para diversos setores.

Com o forte desenvolvimento econômico e os avanços da tecnologia, a necessidade de comunicação instantânea é um fator estratégico para a sobrevivência das empresas agrícolas em mercados cada vez mais competitivos.

Não obstante, poucas pessoas podiam ter acesso a esses recursos, que eram caros ou não apresentavam tecnologias capazes de permitir a comunicação em regiões mais remotas. Com a diminuição do custo e a melhoria na qualidade dos equipamentos, até mesmo pequenos produtores rurais têm a possibilidade de usar um equipamento de comunicação remota para saber instantaneamente qual é o grau de desenvolvimento de sua lavoura (LAPLANTE, 1996).

A comunicação entre áreas remotas e uma central de captação de informações é o princípio básico de funcionamento da transmissão via *telemetria*. A palavra “telemetria” é de origem grega onde “tele” significa longe, remoto e “metron”, medida (DIAS, 1992), sendo uma tecnologia que permite a medição e comunicação de informações de interesse do gerenciador.

Em outras palavras, “telemetria” é a transferência (via rede fixa ou sem fio) e utilização de dados provindos de múltiplas máquinas remotas, distribuídas em área geográfica de forma pré-determinada, para o seu monitoramento, medição e controle (BRANCO, 2006).

2.7 A Importância da Citricultura no Agronegócio Brasileiro

O Brasil figura nas primeiras posições do ranking mundial dos países produtores de frutas, está atrás apenas da China e da Índia, respectivamente, mesmo assim a participação das empresas brasileiras no mercado internacional de frutas é relativamente pequena frente ao volume de frutas produzidas (CAMPOS, 2015).

Um dos setores da fruticultura que coloca o Brasil em destaque no mundo é a citricultura (PAULILLO e NEVES, 2015). Setor altamente organizado e competitivo, a citricultura é uma das mais destacadas agroindústrias brasileiras, sendo responsável por 60% da produção mundial de suco de laranja, o Brasil é também o maior exportador do produto (MAPA, 2016). Em adição, o sistema agroindustrial citrícola movimenta R\$ 9 bilhões por ano e gere mais de 400 mil empregos diretos e indiretos (AGENDA CITRUS, 2015).

Segundo dados do IBGE (2014) o estado de São Paulo em 2014 concentrava 62,53% da área de 689.047 hectares com pés de laranja, sendo assim o maior estado

produtor da fruta no Brasil. Para Paulillo e Neves (2015) a adaptação ao clima e ao solo, investimento em pesquisa e infraestrutura, e os financiamentos subsidiados das primeiras unidades processadoras de sucos nas décadas de 1960 e 1970 garantiram a hegemonia do estado de São Paulo na produção de laranja.

Segundo informações do MAPA (2016, n.p.):

O cultivo de laranja no Brasil se dividi em dois períodos distintos. O primeiro, de 1990 a 1999, se caracteriza pelo aumento da produção e conquista da posição de líder do setor. O segundo, a partir de 1999, é o período de consolidação da capacidade e desempenho produtivo.

Além do suco, a laranja pode ser utilizada para extrair óleos essenciais e líquidos aromáticos, o bagaço do citros, com alto teor energético, é um subproduto industrial de expressivo valor econômico, para alimentação animal, sobretudo para ruminantes e, em especial, a vaca de leite (MAPA, 2016).

A seguir, na Tabela 1, são apresentados os dados gerais do Brasil entre os períodos de 2005 a 2015 no que tange as áreas destinadas à colheita e colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção de laranja.

Tabela 1: Dados gerais do Brasil entre os períodos de 2005 a 2015 das áreas destinadas à colheita e colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção de laranja.

Ano	Área (ha)		Quantidade produzida (t)	Rendimento médio (kg/ha)	Valor (1.000 R\$)
	Destinada a colheita	Colhida			
2005	806 338	805 665	17 853 443	22 159	4 017 921
2006	813 354	805 903	18 032 313	22 375	5 346 027
2007	821 575	821 244	18 684 985	22 752	5 154 435
2008	837 031	836 602	18 538 084	22 158	5 100 062
2009	802 528	787 250	17 618 450	22 379	4 695 049
2010	834 270	775 881	18 101 708	23 331	6 021 746
2011	818 685	817 292	19 811 064	24 239	6 555 644
2012	762 765	729 583	18 012 560	24 689	4 595 830
2013	719 360	702 200	17 549 536	24 992	4 765 624
2014	689 047	680 268	16 927 637	24 884	5 535 436
2015	668 189	665 174	16 746 247	25 176	5 635 413

Fonte: IBGE (2017).

De acordo com Silva e Marques (2015) apesar dos bons números, o setor cítrico nacional vem passando por algumas transformações na última década em resposta às alterações pelas quais tem passado o mercado mundial de bebidas.

Silva e Marques (2015) acrescentam que depois de um período de grande expansão mundial, a demanda de suco de laranja deixou de crescer em decorrência principalmente da proliferação de novas bebidas não alcólicas que ampliaram as opções do consumidor e reduziram o “share of stomach” das bebidas preparadas a partir do suco de laranja.

Neves e Kalaki (2015) realizaram uma análise sobre os desafios atuais e as perspectivas de futuro da fruticultura de *citrus* brasileira, identificando como ponto positivo para o setor, o fato de ter dois projetos importantes em andamento no país: Conselho dos Produtores de Laranja e das Indústrias de Suco de Laranja (Consecitrus) e o início do “Censo da Laranja”.

Segundo os autores a Consecitrus define o modelo de precificação da fruta, enquanto a o Censo da Laranja é realizado pelo Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus), numa parceria entre a Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos (CitrusBR) e a “Markestrat” com o objetivo de quantificar o parque citrícola brasileiro e melhorar a metodologia de previsão de safra.

Já como ameaças ao setor cítrico Neves e Kalaki (2015) destacam as previsões de as próximas safras de laranja poderem ser afetadas por estiagens, a exemplo do vivenciado recentemente no estado de São Paulo, e espera-se que a exemplo dos Estados Unidos haverá queda, e pode-se ter uma oferta menor de suco de laranja no mundo.

Com base nos dados apresentados nessa seção fica evidente o impacto da fruticultura do *citrus* para o agronegócio brasileiro, tanto pela sua participação no mercado interno, bem como sua participação no mercado de laranja e suco de laranja no cenário internacional. Dessa forma, fica cada vez mais latente a necessidade das empresas que integram esse setor aprimorar sua gestão financeira e econômica.

2.8 Aspectos da Fitossanidade em Citros

Em todo mundo a citricultura se depara com o desafio de encontrar mecanismos que sejam capazes de sanar, ou ao menos minimizar os danos causados pelas diversas doenças que acomete a cultura e sua produtividade, tanto no que tange os aspectos biológicos, como os financeiros (MAHMOUD *et al.*, 2017; APPARECIDO *et al.*, 2017; ZABIHI *et al.*, 2016).

Segundo Carvalho (2014) o setor citrícola no Brasil enfrenta intensa ocorrência de pragas e doenças, o que faz com que os produtores recorram à utilização profunda de agrotóxicos nas áreas de produção. Os fatores climáticos, econômicos, comerciais e as questões fitossanitárias podem causar enormes prejuízos a toda cadeia produtiva do citros (RODRIGUEZ, 2016).

Importa destacar, segundo Felipe *et al* (2009), que essas pragas causam danos diretos e indiretos, e que em virtude desse grande número de pragas, a cultura é altamente dependente dos agroquímicos para redução populacional e diminuição dos danos e prejuízos provocados pelos insetos e ácaros, e em certos casos para evitar a transmissão de fitopatógenos.

O Estado de São Paulo que é o maior produtor da fruta no país, perdeu desde o ano 2000, mais de 20% da área dos laranjais devido a problemas fitossanitários inerentes à cultura como o “huanglongbing” e a podridão floral, além da crescente expansão da cultura da cana-de-açúcar (NEVES *et al.*, 2007; AGRIANUAL, 2010).

Os problemas fitossanitários geram um forte impacto financeiro nas operações do citros há algum tempo, pois como já era destacado por Silva (1996), os custos médios com o tratamento fitossanitário representavam aproximadamente um terço do custo de produção, sendo que metade desse total se concentram nas atividades de pulverização (MAGGIONE, 1998). Ferreira (2014) corrobora em estudo empírico mais recente corrobora a representatividade dos valores citados por Silva (1996).

Ferreira (2014) destaca que, por todo mundo, a principal via de aplicação de produtos fitossanitários é a líquida. Dentro desta, acrescenta o autor, a modalidade mais utilizada é a pulverização que é o processo de fragmentação de uma massa líquida em partículas menores.

Ainda de acordo com Ferreira (2014) as pulverizações são utilizadas para a aplicação de produtos diversos, desde acaricidas, até fertilizantes foliares, e podem ser consideradas um instrumento de controle fitossanitário, tanto em ações preventivas, como em ações defensivas.

As plantas cítricas podem ser atingidas por diferentes tipos de doenças e pragas (SCALOPPI *et al.*, 2012), no estado de São Paulo, destacam-se: pinta preta ou Mancha Preta do Citros - MPC (SILVA, 2013); psilídeo-dos-citros, *Diaphorina citri* Kuwayama (*Hemiptera: Psyllidae*), também conhecido como psilídeo asiático (PAIVA, 2009); e a podridão floral do citros (PFC), causada por *Colletotrichum acutatum* (SOARES, 2015).

De acordo com Bernardo e Bettioli (2010) a MPC causada pelo fungo *Guignardia citricarpa*, é a principal doença fúngica da cultura no estado de São Paulo. Scaloppi (2010) acrescenta que todas as principais variedades comerciais de laranjeiras doces são suscetíveis ao patógeno, que deprecia comercialmente os frutos para o mercado *in natura*, além de provocar sua queda antes do período de colheita, o que gera reflexo negativo do ponto de vista financeiro.

Silva-Pinhati *et al.* (2009) chamam a atenção para o fato da mancha preta do citros está presente em mais de 70 municípios do estado de São Paulo, em níveis variáveis de severidade, além de ter sido detectada nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Rio de Janeiro, Paraná, Minas Gerais, Espírito Santo e Amazonas. Contudo, os níveis de controle da mancha preta dos citros têm se mostrado aquém dos desejáveis, visto o risco que a mesma representa (SCALOPPI, 2010).

No que tange o controle de psilídeo, o “huanglonbing” (HLB), ou “greening” do citros, tem sido considerada a pior e mais destrutiva doença que acomete os pomares comerciais de citros em todo mundo onde ocorre, e uma grave ameaça para as áreas de cultivo ainda livres desta doença (CABRERA *et al.*, 2014; PAIVA, 2009). Além disso, os autores acrescentam que ainda não foi encontrada uma forma eficaz de combater e controlar a doença.

Os primeiros estudos quantitativos dos danos do “huanglonbing” (HLB) em condições brasileiras mostram reduções de 70% na produção do fruto, em plantas de quatro a seis anos de idade e com mais de 60% da copa com sintomas de HLB. Percebeu-se no entanto que, a redução do fruto foi proporcional à área da planta com sintomas desta doença (BASSANEZI *et al.*, 2006).

Já a podridão floral dos citros (PFC), causada por *Colletotrichum acutatum*, afeta flores de praticamente todas as variedades comerciais, ocasionando a queda prematura dos frutos cítricos e formação de cálices persistentes (SPADA, 2011).

Soares (2015) ressalta que epidemias dessa doença ocorrem nos anos em que as chuvas são mais frequentes durante o florescimento das plantas e a produtividade pode ser reduzida drasticamente se o seu controle não for realizado eficientemente. Tank Junior (2013) acrescenta que a PFC pode provocar até 80% de queda dos frutos.

2.9 Análise de Investimento no Agronegócio

Diversos trabalhos nacionais e internacionais já abordaram a metodologia do fluxo de caixa descontado, simulação de Monte Carlo, entre outras técnicas de análise de investimento dentro do contexto do agronegócio em seus diversos segmentos. A seguir, são apresentados alguns desses trabalhos, primeiro os internacionais, em seguida, os nacionais.

Stiegert e Hertel (1997) analisaram o estado da capacidade de fabricação na indústria de amônia anidra dos EUA (1971-91). O modelo de opção real de Pindyck (1988) foi estendido para considerar as tendências de reversão a média na margem de comercialização para determinar a capacidade ótima para cada ano.

Isik *et al.* (2003) desenvolveram um modelo de simulação para ilustrar até que ponto a incerteza e a irreversibilidade têm impactos nas decisões de entrada-saída e na escolha de capacidade das empresas do agronegócio.

Gunderson *et al.* (2006) trabalharam com árvore de decisões para introduzir um novo produto no mercado. Sob consideração é uma tecnologia de varredura de superfície sofisticada que tem aplicações nos setores de processamento de alimentos, varejo de alimentos e indústria de saúde.

Liu e Sporleder (2007) abordaram em seu estudo a opção de crescimento na indústria de alimentos, na tentativa de investigar o potencial de longo prazo da marca entre os processadores de alimentos para realmente criar opções reais para a gestão de uma empresa.

No trabalho de Sameh, Kaaniche e Abid (2011) a metodologia utilizada para capturar o valor do projeto de investimento e analisar o impacto de defasagens entre a decisão de investimento inicial e a sua implementação no valor do projeto é baseada em um método de árvore de decisão e método de rede binomial (que acrescenta opção de crescimento) indústria oleícola na Tunísia.

Asci, Vansickle e Cantliffe (2014) utilizaram o valor presente líquido com simulação de Monte Carlo para analisar a viabilidade das decisões de investimento em tomateiro, sobre o argumento de que a análise se torna mais alargada quando se utiliza as opções reais.

Já Cai e Stiegert (2014) objetivaram desenvolver um modelo de opções reais para examinar as bases para a decisão das empresas no que diz respeito à expansão da sua capacidade, com a premissa que as empresas do setor de etanol enfrentam

incerteza no mercado no que diz respeito a preços de insumos, de produção, concorrência no exterior e irreversibilidade de seus investimentos de capital.

O estudo de Kropp e Power (2016) testou a hipótese de que a curva de demanda de investimento é uma função de flexão inversa da taxa de juros quando os investimentos são irreversíveis e os resultados são estocásticos. Para testar essa relação, os autores utilizaram um modelo de efeitos fixos de nível de empresa para estimar a relação entre a taxa de investimento e a taxa de juros, ao mesmo tempo em que controlaram as oportunidades de investimento, a incerteza e outros fatores que influenciam o investimento.

O trabalho utilizou a metodologia de dados em painel, e classificou as empresas em dois grupos: empresas do agronegócio e empresas que não são do agronegócio. Os resultados indicam que a curva de demanda de investimento é uma função de flexão inversa da taxa de juros. Ou seja, a taxas de juro baixas um aumento na taxa de juros leva a um investimento adicional, aumentando o custo de adiar o investimento. Em adição, destacou-se que é provável que as empresas do agronegócio exibam comportamento de investimento que difere de outros setores.

No âmbito nacional, o trabalho de Bastian-Pinto *et al.* (2015) aplicaram a metodologia de opções reais para mensurar o valor das opções estratégicas de tempo de confinamento que são utilizadas no setor pecuário bovino no Brasil.

Rodrigues *et al.* (2015) utilizaram a teoria de opções reais para avaliar a opção de troca de produto final, amônia ou ureia, em uma fábrica de fertilizantes nitrogenados. O método de simulação Monte Carlo foi utilizado para definir o valor da opção de troca na fábrica de fertilizantes, considerando as incertezas nos preços do gás natural (principal matéria-prima), amônia e ureia, assumindo que esses seguissem um movimento de reversão à média.

Macedo e Nardelli (2011) analisaram a viabilidade econômico-financeira de um projeto agroindustrial, por meio da Teoria de Opções Reais (TOR). A razão para a utilização da TOR, segundo os autores, vem de duas características importantes: a) a irreversibilidade e b) a possibilidade de abandono da decisão de investir. Essas características, juntamente com a incerteza sobre o futuro, fazem com que a oportunidade de investimento seja análoga a uma opção financeira. Em adição, a metodologia usada nesse trabalho foi a de proposta por Copeland e Antikarov (2001), a que adiciona à avaliação tradicional de Fluxo de Caixa Descontado as Opções Reais que o projeto possui.

Na tentativa de analisar a volatilidade de projetos industriais Oliveira e Pamplona (2012) realizaram a aplicação e a comparação de três abordagens para determinação da volatilidade de um projeto de uma indústria de transformação. Duas destas abordagens adotadas, a “Abordagem Consolidada da Volatilidade de Copeland e Antikarov (2001)” e a “Estimativa de Volatilidade de Herath e Park (2002)”, foram obtidas a partir de uma revisão bibliográfica de métodos para cálculo de volatilidade de projetos de investimentos. A terceira abordagem foi uma nova proposta para o cálculo da volatilidade, chamada de “A Estimativa da Volatilidade Através da Dependência entre VP_0 e VP_1 ”.

Zilli, Barros e Bogoni (2012) buscaram mensurar o valor da terra das propriedades rurais na região de Cascavel - PR utilizando a teoria das opções reais. A incerteza relacionada ao comportamento do valor presente foi mapeada pela opção de postergar a comercialização da propriedade por meio da teoria das opções reais. O modelo utilizado foi o de Cox, Ross e Rubinstein (1979).

Santos e Jurca (2013) trabalharam com o modelo binomial de Cox, Ross e Rubinstein (1979) incorporando a opção de espera em um investimento em gado de engorda em uma fazenda de médio porte de Goiás. Em adição, também foi utilizado fluxo de caixa projetado por 10 anos e uma taxa de desconto determinada pelo CAPM em 8% para contenção de cabeças 400.

Bastian-Pinto (2009) utilizou o processo de modelagem de opções reais com processos de reversão à média em tempo discreto na indústria brasileira de etanol.

No que tange especificamente ao *citrus*, não foi identificado na literatura revisada nenhum trabalho que abordasse a TOR na análise de investimento, embora alguns desses trabalhos estejam intrinsicamente dentro do contexto do estudo das finanças, como será apresentado a seguir.

Adami (2010) buscou avaliar a rentabilidade e o risco da atividade do *citrus*, sugerindo como forma de melhor gerenciá-los a provisão de recursos. A análise que confrontou risco e retorno da atividade utilizou o método do Valor Presente Líquido – VPL.

Paes *et al* (2005) e Paes e Esperancini (2006) tiveram como objetivo modelar um sistema de informações para fins de previsão de resultados econômicos, sob condições de risco, para três densidades do plantio. O sistema determinava a distribuição de probabilidade e risco de obtenção de diferentes níveis de lucro operacional da produção em R\$/ha, em função da alteração das variáveis críticas,

preço de venda da caixa de laranja para indústria (R\$.ha), produtividade (cx.pé) e custos de produção. Para desenvolver o sistema foi utilizado a simulação de Monte Carlo e, como base, uma matriz de custos de produção de laranja para indústria da região sul paulista.

Silva (2016) visou analisar as margens relativas e absolutas de comercialização da indústria de processamento de laranja e a viabilidade econômico-financeira e os impactos da criação de um conselho setorial. Para isso utilizou a metodologia do fluxo de caixa descontado, calculando os indicadores Valor Presente Líquido – VPL, Taxa Interna de Retorno – TIR, “Payback” – PB, e “Payback” descontado – PBD.

3 METODOLOGIA

A abordagem metodológica de um trabalho de pesquisa é necessária para que as suas etapas de realização sejam conduzidas com maior rigor e objetividade, com foco e limitações melhor definidos, buscando-se o alcance de resultados confiáveis e válidos (GIL, 2002). Nesse sentido, esta seção descreve as etapas utilizadas para a construção do trabalho, bem como as justificativas das escolhas dos procedimentos metodológicos e técnicas de pesquisa adotadas.

A metodologia adotada pelo trabalho é o estudo de caso único, visando fazer uma análise mais profunda e minuciosa do fenômeno em questão, e entendendo que seja o mais adequado face aos objetivos do trabalho que possui natureza qualitativa e quantitativa quanto ao processo de coleta e análise dos dados.

O estudo de caso caracteriza-se como uma abordagem de pesquisa adequada quando as questões de interesse da pesquisa são de natureza explanatória (“como” ou “por que”), quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos, com foco em um fenômeno contemporâneo (YIN, 2001), como é a situação temática da presente pesquisa.

O trabalho caracteriza-se como de natureza exploratória, pois embora muito se tenha dito a respeito da metodologia do Fluxo de Caixa Descontado e da Simulação de Monte Carlo aplicado à análise de investimento no agronegócio, o Brasil ainda carece de trabalhos que venham a comprovar a validade da associação dessas duas ferramentas de análise (OLIVEIRA e PAMPLONA, 2012; SANTOS e PAMPLONA, 2005).

Para a coleta de dados serão realizadas análise documental, entrevistas semiestruturadas ao longo das observações com os participantes dos processos da empresa analisada, tendo em vista a facilidade de acesso aos dados e informações, uma vez que o trabalho foi desenvolvido em parceria com a firma.

3.1 Estudo de Caso

Segundo Coraiola *et al.* (2013) o estudo de caso pode ser considerado, entre outros fatores, a principal estratégia metodológica para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas na área de administração. Para os autores, dentre os principais

motivos para a grande expressividade na quantidade de trabalhos que utilizam essa perspectiva, considera-se que se trata de metodologia adequada para a abordagem de problemas práticos e recomendado para a problemática inerente aos campos de conhecimento aplicado, como é o caso desse estudo.

Desde o início da década de 1990 que o estudo de caso vem sendo debatido nos estudos desenvolvidos em administração no Brasil, desde então muitas discussões giravam em torno da sua validade científica (CAMPOMAR, 1991).

Neste contexto, investigações suportadas por estudos de caso, têm conquistado maior reputação no meio científico (LÖBLER, LEHNHART e AVELINO, 2014). Essa crescente notoriedade no campo das ciências sociais, muito se deve aos autores Yin e Stake, que embora em perspectivas não completamente coincidentes, têm procurado aprofundar, sistematizar e credibilizar o estudo de caso no âmbito de metodologia de investigação (MEIRINHOS e OSÓRIO, 2010).

Vários autores já se debruçaram sobre o estudo de caso na tentativa de apresentar uma estrutura metodológica para sua aplicação, chegando a vários conceitos para defini-lo, conforme Quadro 5.

Conceituação do Estudo de Caso	
Autor	Conceito
Yin (2010, p. 39)	O estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes.
Goodoy (2006)	O estudo de caso é um método específico de pesquisa de campo.
Freitas e Jabbour (2011, p. 11)	Um estudo de caso é uma história de um fenômeno passado ou atual, elaborada a partir de múltiplas fontes de provas, que pode incluir dados da observação direta e entrevistas sistemáticas, bem como pesquisas em arquivos públicos e privados (VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). É sustentado por um referencial teórico, que orienta as questões e proposições do estudo, reúne uma gama de informações obtidas por meio de diversas técnicas de levantamento de dados e evidências (MARTINS, 2008).
Eisenhardt (1989)	Estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que se concentra na compreensão das dinâmicas presentes dentro de cenários específicos.
Stake (1995)	O estudo de caso é o estudo da particularidade e da complexidade de um único caso, chegando a compreender a sua atividade dentro de circunstâncias importantes.

Quadro 5: Conceituação do Estudo de Caso.

Fonte: Elaboração própria.

Segundo Yin (2010), a credibilidade dos estudos engloba critérios clássicos de aferição da qualidade, como, por exemplo: a validade externa, a validade interna, a validade de construto e a confiabilidade. Em adição, Gummesson (2007) acrescenta o critério de generalização.

O trabalho procurou em todas as suas etapas incorporar aos seus procedimentos de campo os critérios citados no Quadro 5, a fim de fazer com que as práticas de pesquisa estivessem em consonância com a literatura estudada.

O Quadro 6 apresenta os critérios de validade.

Crítérios de Validade	
Validade de construto	As medidas utilizadas são adequadas para mensurar os conceitos pesquisados.
Validade interna	Quando se refere a estudos explanatórios que buscam relações causais
Validade externa	Possibilidade de a pesquisa ser realizada novamente por outros pesquisadores e estes chegarem às mesmas conclusões.

Quadro 6: Critérios de validade do Estudo de Caso.

Fonte: Adaptado de (CORAIOLA *et al.* 2013, p. 315).

A confiabilidade (replicabilidade) do processo de recolha e análise de dados é a demonstração de que as operações de um estudo podem ser repetidas com os mesmos resultados (LÖBLER, LEHNHART e AVELINO, 2014).

Outro critério a ser observado no desenvolvimento do estudo de caso é o critério de generalização, que de acordo com Gummesson (2007) está intimamente relacionada com a validade e às vezes é chamada validade externa, sendo que os resultados da pesquisa são utilizados em aplicações específicas.

Quanto à finalidade, Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002) destacam que os estudos de casos podem ser usados para diferentes fins nas pesquisas da área de Administração. O Quadro 7 apresenta algumas dessas finalidades.

Finalidade	Características
Exploratório	Nesta fase, o objetivo é desenvolver ideias e hipóteses para investigação, sendo que muitas pesquisas iniciam com o estudo de caso, gerando uma lista de hipóteses para pesquisas quantitativas;
Construção de teoria	Uma área específica onde os casos são contundentes, o estudo de caso irá construir a teoria;
Testar a teoria	Apesar do seu uso limitado para testar a teoria, o método de estudo de caso tem sido utilizado em gestão de operações a fim de testar questões complicadas;
Aperfeiçoar a teoria	Os estudos de casos também podem ser usados visando ao aprofundamento e à validação de resultados empíricos de pesquisas anteriores.

Quadro 7: Finalidades do Estudo de Caso.

Fonte: Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002).

Esse trabalho é um estudo de finalidade exploratória, pois, como citado anteriormente, embora muito se tenha dito a respeito do poder do fluxo de caixa descontado e da simulação de Monte Carlo aplicado à análise de investimento no agronegócio, o Brasil ainda carece de trabalhos que venham a comprovar sua validade (OLIVEIRA e PAMPLONA, 2012; SANTOS e PAMPLONA, 2005).

Em adição, com base nos resultados de seu estudo, Freitas e Jabbour (2011) destacam algumas vantagens na condução da estratégia do estudo de caso: o aumento da compreensão e do entendimento sobre os eventos reais contemporâneos, além de permitir uma descrição; o teste de uma teoria existente; e o desenvolvimento de uma nova teoria.

Por outro lado, Godoy (2006) alerta para as restrições do estudo de caso, ao destacar que: estas derivam da impossibilidade de generalização e replicação dos resultados. Além destes, a autora acrescenta que, o estudo de caso proporciona uma experiência vicária aos pesquisadores cujo interesse é compartilhá-la de forma criteriosa, a fim de contribuir com outros pesquisadores em estudos semelhantes.

Posto isso, o foco desse trabalho está na extensão da aplicação das técnicas de análise de investimento, de modo específico com o uso da associação do fluxo de caixa desconta a simulação de Monte Carlo no sistema agroindustrial citrícola.

3.1.1 *O Estudo de Caso Quanto a Abordagem*

Antes de se determinar qual abordagem será utilizada se faz necessário estabelecer qual tipo de pesquisa será utilizada, que pode ser, estudos exploratórios, estudos descritivos, e pesquisa explicativa (GIL, 2007; SELLTIZ, JAHODA e DEUTSCH, 1974).

Freitas e Jabbour (2011, p. 8) em seu trabalho diferenciam de forma minuciosa cada uma dessas abordagens:

Os estudos exploratórios são “todos aqueles que buscam descobrir ideias e soluções, na tentativa de adquirir maior familiaridade com fenômeno de estudo” (SELLTIZ; JAHODA; DEUTSCH, 1974). A pesquisa descritiva “expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno. Pode também estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza. Não tem compromisso em explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação” (VERGARA, 2004, p. 47), de maneira, que os pesquisadores neste tipo de investigação têm preocupação prática, como acontece com a pesquisa exploratória (GIL, 2007). Já a pesquisa explicativa (ou causal) busca identificar os fatores que contribuem para a ocorrência de determinado fenômeno, deste modo, visa a explicar a razão dos acontecimentos.

Freitas e Jabbour (2011, p. 9) também fazem uma indicação de como escolher a melhor abordagem a ser adotada no estudo de caso.

Assim, quando a finalidade da investigação é descritiva ou causal, a abordagem é quantitativa; quando a finalidade é explicar ou descrever um

evento ou uma situação, a abordagem adotada deve ser a qualitativa. Nada impede que o pesquisador, em estudo de casos, inicie a investigação com uma pesquisa qualitativa e, não obstante, se necessário, finalize a investigação validando as evidências obtidas por meio de uma pesquisa quantitativa. Este tipo de pesquisa em que se mesclam métodos de pesquisa é chamada triangulação metodológica, ou, mais recentemente, de *mixed-methodology*, baseada no uso combinado e sequencial de uma fase de pesquisa quantitativa seguida de uma fase qualitativa, ou vice-versa. A combinação metodológica é considerada uma forma robusta de se produzir conhecimentos, uma vez que se superam as limitações de cada uma das abordagens tradicionais (qualitativa e quantitativa).

Nesse trabalho optou-se por trabalhar com a abordagem da triangulação, pelo fato do estudo ser exploratório, mas também utilizar métodos quantitativos para calcular a análise de investimento. A abordagem quantitativa foi utilizada para calcular o fluxo de caixa do projeto, bem o fluxo de caixa descontado.

Já a abordagem qualitativa foi utilizada com a finalidade de identificar a percepção dos envolvidos nos processos de pulverização nos setores monitorados, bem como conhecer o contexto organizacional e obter mais informações sobre as variáveis inerentes ao projeto (como, custos, tecnologia envolvida, estratégia organizacional, resultados esperados, entre outras), onde através de entrevistas estruturadas com perguntas abertas e fechadas, se fez um levantamento geral para dimensionar melhor o problema de pesquisa.

Campomar (1991) já destacava que tanto os métodos qualitativos como os quantitativos têm suas limitações e estas devem ser claramente mencionadas no estudo. Costa *et al.* (2013) também reforça a ideia que ambas abordagens têm suas vantagens e desvantagens, e salientam que a escolha irá depender da questão de pesquisa, além do objetivo ou finalidade da investigação.

Para Costa *et al.* (2013) o método quantitativo auxiliará as pesquisas que tratarão de análises com ênfase na medição e quantificação de resultados, enquanto o método qualitativo ajudará aos pesquisadores na análise em profundidade dos objetos de interesse.

Thomas (2011) no que tange as abordagens sugere que os estudos de caso podem ser teóricos ou ilustrativos, de acordo com o interesse em testar teorias estabelecidas, promover a construção de novas teorias ou ainda descrever ou ilustrar determinados casos específicos.

3.1.2 Classificação ou Tipologias do Estudo de Caso

Yin (2010) distingue quatro tipos de projetos de estudo de caso: (Tipo 1) projetos de caso único (holísticos), (Tipo 2) projetos de caso único (integrados), (Tipo 3) projetos de casos múltiplos (holísticos) e (Tipo 4) projetos de casos múltiplos (integrados).

Os projetos de estudos de caso único integrados são definidos quando há mais de uma unidade de análise (YIN, 2010). Segundo o autor, isso ocorre quando, em um caso único a atenção também é dirigida a uma ou mais subunidade. Mesmo que um estudo de caso seja sobre uma única organização, a análise pode incluir resultados sobre subunidades desta. Em comparação, se o estudo de caso examinar apenas a natureza global de uma organização ou de um programa, há um projeto holístico.

Os projetos de estudos de casos múltiplos se caracterizam por conter no mesmo estudo mais do que um único caso (YIN, 2010). Quando isso ocorrer, o estudo usou um projeto de casos múltiplos. Assim como no estudo de caso único, os estudos de casos múltiplos também podem ser holísticos ou integrados. De acordo com Yin (2010), quando um projeto é integrado, o estudo pode exigir até mesmo a condução de um levantamento no local de cada estudo de caso.

O Quadro 8 apresenta de forma resumida os tipos de projetos de estudo de caso.

Tipo	Projeto de Caso Único	Projeto de Caso Múltiplo
Holístico (uma unidade de análise)	Holístico de caso único (tipo 1)	Holísticos de casos múltiplos (tipo 3)
Integrado (mais de uma unidade de análise)	Integrado de caso único (tipo 2)	Integrado de casos múltiplos (tipo 4)

Quadro 8: Tipos de projetos de estudo de caso.

Fonte: Adaptado de Yin (2010).

Já Stake (1998) apresenta uma proposta de tipologia que engloba três categorias distintas: os estudos de caso intrínsecos; os estudos de caso instrumentais; e os estudos de caso coletivos.

Segundo Coraiola *et al.* (2013) os estudos intrínsecos se caracterizam pelo interesse primordial do pesquisador nas características exclusivas específicas ao caso, pela preocupação de restringir-se à compreensão do próprio caso ao invés de concentrar-se em um conceito ou teoria; já nos estudos instrumentais, diferentemente dos intrínsecos, a principal preocupação é com determinado conjunto de proposições teóricas, onde se realizam testes para o avanço de questões teóricas conceituais; por

último, o estudo de caso coletivo pode ser entendido como a extensão do estudo de caso instrumental, sendo que a diferença é que ao invés de realizados com um caso único eles envolvem casos múltiplos.

Na perspectiva de tipologias de Yin (2010), o presente trabalho pode ser classificado como um estudo de caso do Tipo 1, ou seja, estudo de caso único (holístico), por investigar apenas a unidade em análise e sobre ela direcionar todo esforço de pesquisa. Já na concepção de Stake (1998), esse trabalho pode ser classificado com estudo de caso intrínseco pelo fato do seu interesse primordial residir nas características exclusivas do caso em questão, e por não pretender centrar-se em outros casos.

3.1.3 *Desenvolvimento do Estudo de Caso*

Uma vez definido o tipo de estudo de caso que se pretende desenvolver e estabelecida a quantidade de casos e de unidades de análise da pesquisa, é possível dar início a pesquisa propriamente dita.

Tendo em vista a necessidade de se desenvolver a pesquisa de maneira lógica e estruturada, é recomendável a elaboração de um protocolo de estudo de caso ou de uma estrutura coordenada de etapas e atividades necessárias para que sejam concatenadas as primeiras definições do trabalho com as atividades subsequentes de coleta de dados, procedimentos de análise e elaboração do relatório de pesquisa que ainda precisam ser adequadamente desenvolvidas (CORAIOLA *et al.* 2013).

Martins (2008, p. 10) tem a seguinte definição para o protocolo de pesquisa:

O protocolo se constitui em um conjunto de códigos, menções e procedimentos suficientes para se replicar o estudo, ou aplicá-lo em outro caso que mantém características semelhantes ao estudo de caso original. O protocolo oferece condição prática para se testar a confiabilidade do estudo, isto é, obterem-se resultados assemelhados em aplicações sucessivas a um mesmo caso.

O protocolo de pesquisa desse estudo, seguiu as recomendações de Freitas e Jabbour (2011) que destacam que o protocolo de pesquisa, em estratégia de estudo de casos deve contemplar: (a) questão principal da pesquisa; (b) objetivo principal; (c) temas da sustentação teórica; (d) definição da unidade de análise; (e) potenciais entrevistados e múltiplas fontes de evidência; (f) período de realização; (g) local da

coleta de evidências; (h) obtenção de validade interna, por meio de múltiplas fontes de evidências; (i) síntese do roteiro de entrevista.

No que diz respeito ao procedimento da coleta de dados e levantamento de evidências Freitas e Jabbour (2011) sugerem um planejamento que envolva seis etapas conforme Figura 2:

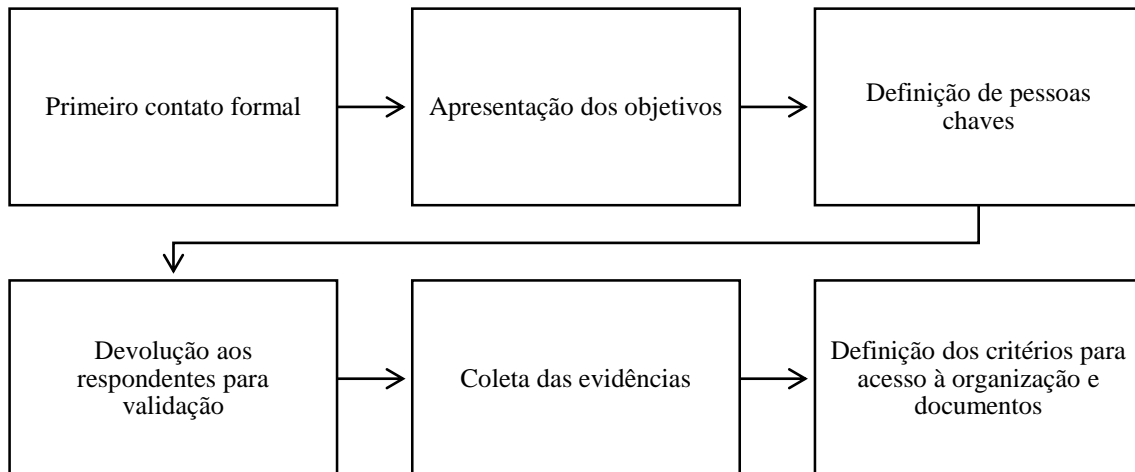


Figura 2: Processo de Planejamento de Coleta de Dados em Estudo de Caso.
Fonte: Freitas e Jabbour (2011, p. 16).

Com base nos passos sugeridos por Freitas e Jabbour (2011) para o desenvolvimento do estudo de caso, após ser definida a empresa a ser estudada iniciou-se o cumprimento de cada uma das etapas acima descritas.

No primeiro contato com a empresa agendou-se uma reunião com representantes da firma onde foram definidas as pessoas chaves para fazer o elo entre a empresa e o pesquisador. Posteriormente, dividiu-se o universo de funcionários em três grupos conforme Quadro 9:

Grupo	Funcionários
Operacional	Tratoristas; líderes; encarregados.
Tático	Supervisores e coordenadores.
Estratégico	Gerentes e diretor.

Quadro 9: Grupos de Funcionários Investigados.

Fonte: Elaboração própria.

Segundo Coraiola *et al.* (2013) é importante que na etapa de coleta de dados sejam utilizadas algumas fontes de evidências como por exemplo: registro de arquivos; documentos em geral, entrevistas formais e informais, observação direta, observação participante e também artefatos físicos.

Em conformidade com o que ressaltam Coraiola *et al.* (2013), logo que foram definidos e classificados os grupos iniciou-se o trabalho de campo propriamente dito,

onde o pesquisador foi a campo e acompanhou todos os procedimentos que estavam de alguma forma ligados ao sistema de monitoramento que estava sendo instalado.

Importa destacar que, as observações diretas e participantes ocorreram antes de depois da instalação do equipamento de monitoramento, para que se pudesse obter um melhor parâmetro do reais benefícios da instalação do sistema. Em adição, foram feitos registros fotográficos dos processos observados.

Observados os procedimentos, e conhecida a realidade de trabalho dos grupos de funcionários, foram elaborados três questionários distintos na estrutura e nas finalidades, sendo um para cada grupo, e aplicado pelo próprio pesquisador no local de trabalho de cada colaborador. Algumas entrevistas foram gravadas e transcritas, e outras não foram gravadas para que os entrevistados ficassem mais a vontade para expor da forma mais clara possível sua visão sobre os aspectos dos quais eram questionados. O critério para decidir quais grupos seriam gravados ou não, guiou-se pelo fator cultural de cada grupo com o auxílio da psicóloga da companhia.

Embora de maneira informal, foram feitas anotações de conversas com pessoas que de alguma forma estavam ligadas com a instalação do sistema de monitoramento (em especial o setor de mecânica, tecnologia e compras), que além de terem muito tempo na empresa, possuem elevados conhecimentos técnicos tanto em termos de mecanização, como nos reflexos que o projeto poderia ter sobre a redução de custos e ganho de eficiência na produtividade.

Freitas e Jabbour (2011) destacam que a utilização de múltiplas fontes e a triangulação dos dados e evidências das diversas fontes é um critério que aumenta a credibilidade e a confiabilidade dos resultados. O que em outras palavras quer dizer que a partir da coleta de dados de diferentes perspectivas e de diferentes fontes, por meio do cruzamento de uma fonte com a outra, a “constatação é mais forte e melhor sustentada” (EISENHARDT, 1989).

Nessa perspectiva, os resultados das entrevistas e observações, associados aos resultados dos cálculos da análise de investimento, trouxeram para a análise um leque de compreensão mais holístico, por viabilizar tanto a análise de fatores qualitativos como a percepção dos envolvidos em relação ao projeto e os benefícios pessoais e profissionais que esse poderá trazer com o passar do tempo, bem como o ganho financeiro que se é esperado a partir de uma possível redução de custos num curto ou médio horizonte de tempo.

A etapa de análise de dados tem início em paralelo com a atividade de coleta e organização dos dados e consiste em processo interativo de comparação dos dados oriundos das múltiplas fontes e destes com o quadro teórico que embasa a realização do estudo (CORAIOLA *et al.*, 2013).

Freitas e Jabbour (2011) apresentam na Figura 3 uma proposta para o processo de análise de dados em estudo de casos.

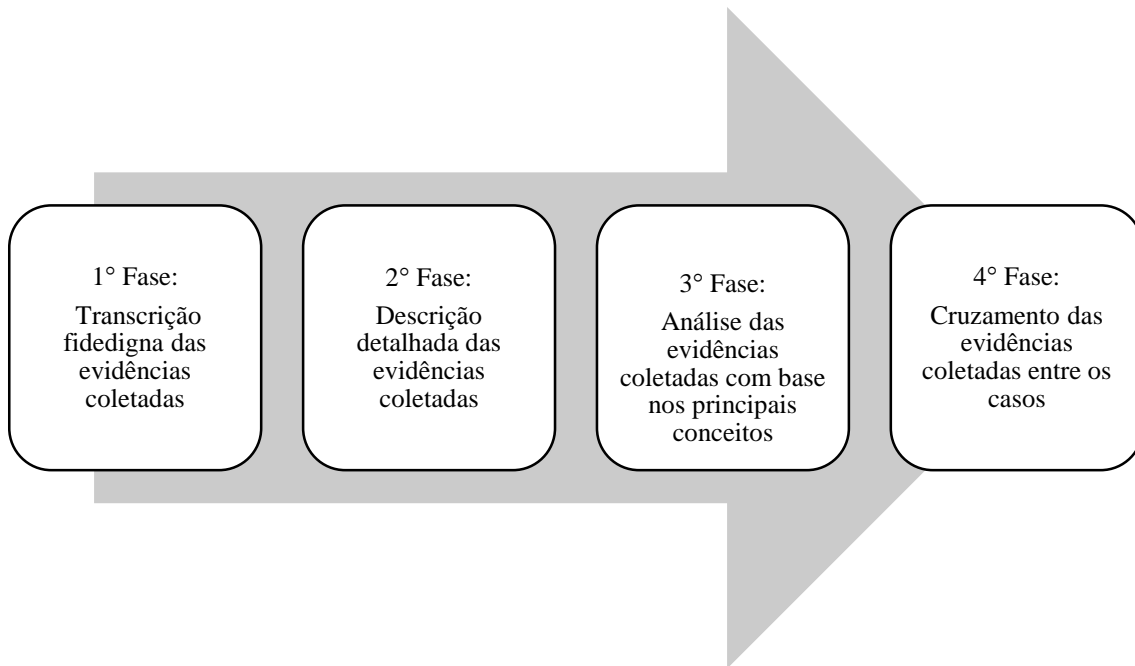


Figura 3: Processo de Análise de Dados em Estudo de Casos.

Fonte: Freitas e Jabbour (2011, p. 18).

De acordo com os autores a primeira etapa analisa de forma consistente a transcrição fidedigna dos dados evidenciados que são organizados e enviados aos entrevistados para confirmação; já na segunda fase será realizada uma transcrição detalhada dos dados e evidências coletadas a fim de verificar o que foi apurado de mais relevante; na terceira fase é feita uma análise com base no referencial teórico utilizada no trabalho, de onde serão identificadas as convergências e divergências da literatura, já que os dados não falam por si só. São essas etapas que essa pesquisa seguirá na análise de dados dos resultados.

Os autores recomendam a adoção da quarta fase apenas quando os estudos envolverem dois ou mais casos para serem investigados, visando uma comparação das evidências de cada caso, com o intuito de obter replicação literal ou teórica.

3.2 Material

Na Figura 4 são apresentadas as etapas que mapearam a execução dessa pesquisa.

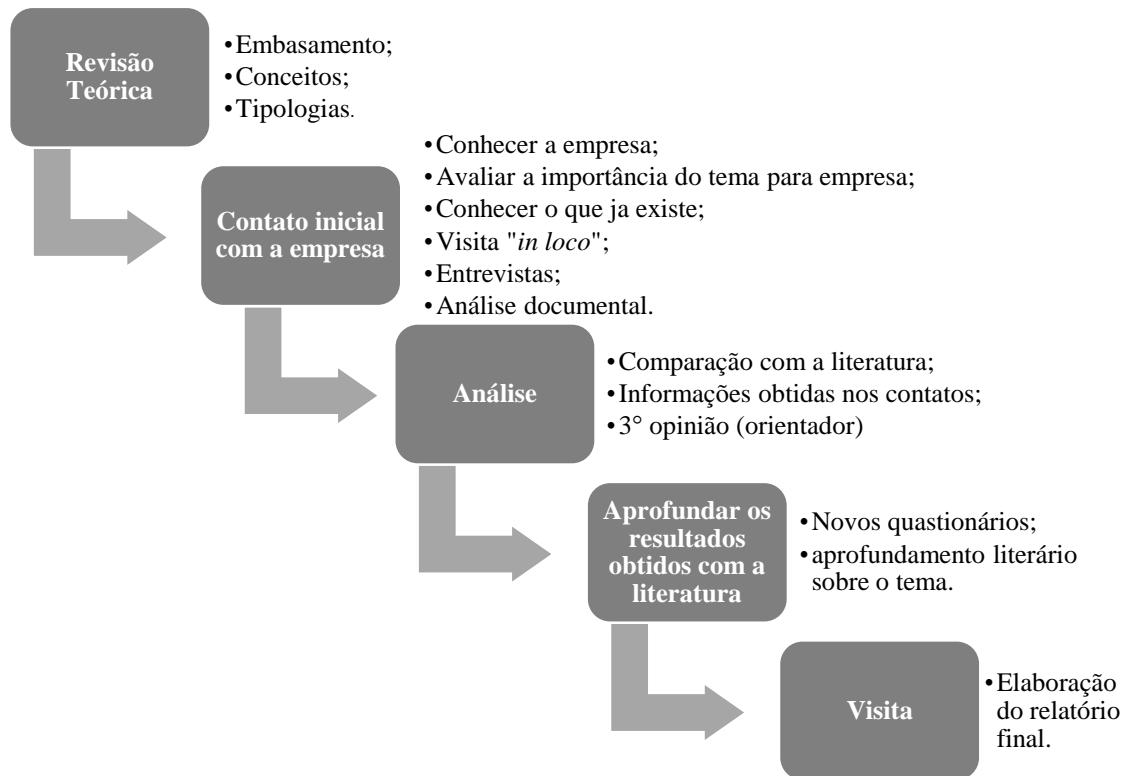


Figura 4: Etapas da pesquisa
Fonte: Elaboração própria.

Visando uma compreensão inicial sobre as práticas da atividade de pulverização e o processo de tomada de decisões financeiras da empresa investigada, a pesquisa foi iniciada pela revisão da literatura e análise documental, examinando-se documentos internos como: normas, procedimentos e fluxogramas representativos dos processos relacionados ao investimento em questão.

Também foi feita uma tomada de notas durante o contato com as pessoas envolvidas no processo que o sistema computadorizado foi instalado, uma vez que é importante utilizar múltiplas técnicas de coleta de dados para obtenção de resultados mais robustos.

O roteiro de entrevista foi dividido em três partes principais: (1) dados preliminares sobre a empresa e o entrevistado; (2) perguntas referentes às questões de pesquisa, objetivos específicos e variáveis; e (3) perguntas gerais complementares.

As entrevistas foram divididas em três grupos de entrevistados: operacional (tratoristas, líderes e encarregados); tático (supervisores e coordenadores) e estratégico (gerentes e diretor). De maneira gradativa, as entrevistas contemplaram todos os setores da companhia, a fim de identificar convergências e/ou divergências entre as informações apuradas.

Foram realizadas observações participantes, para que a confiabilidade dos dados possa ser mais condizente com a realidade. Também foram feitos registros fotográficos, para um melhor acompanhamento da evolução dos processos, e perceber algumas diferenças importantes que forem surgindo no decorrer da pesquisa.

Em adição, o pesquisador desse trabalho fez um levantamento *in loco* em média duas vezes por semana, e por mais dias sempre que houve demandas por intervenção desse, ou da empresa.

As visitas *in loco* ocorreram nos dias e horários apresentados no Quadro 10:

Data	Período	Finalidade	Local	Tempo da Visita
09/03/2016	Manhã	Apresentação do projeto a empresa.	Instalações da Empresa	2 horas
01/04/2016	Manhã	Definição dos objetivos da pesquisa.	Departamento de Economia Rural - FCAV.	1 hora
03/05/2016	Manhã e Tarde	Iniciar os trabalhos de campo.	Instalações da Empresa	8 horas
05/05/2016	Manhã e Tarde	Apresentação do projeto que está sendo implantado ao pesquisador.	Instalações da Empresa	8 horas
10/05/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
12/05/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
17/05/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
19/05/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
24/04/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
27/05/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
31/05/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
02/06/2016	Manhã e Tarde	Realização das entrevistas	Instalações da Empresa	8 horas
07/06/2016	Manhã e Tarde	Realização das entrevistas	Instalações da Empresa	8 horas
14/06/2016	Manhã e Tarde	Realização das entrevistas	Instalações da Empresa	8 horas

16/06/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
05/07/2016	Manhã e Tarde	Apresentação dos resultados das entrevistas a empresa.	Instalações da Empresa	8 horas
07/07/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
19/07/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
21/07/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
02/08/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
04/08/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
16/08/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
18/08/2016	Manhã e Tarde	Observações participantes dos processos de pulverização	Instalações da Empresa	8 horas
Tempo Total de Campo				171 horas

Quadro 10: Descrição das Visitas *in loco*.

Fonte: Elaboração própria.

Os dias e horários das visitas foram definidos com base na disponibilidade do pesquisador desse estudo e da empresa. Nas visitas foram valorizadas as observações sobre as principais variáveis inerentes aos objetivos do trabalho, bem como das variáveis subjacentes que exerciam alguma influência no projeto.

Quando da impossibilidade do pesquisador estar *in loco*, as questões referentes ao projeto de monitoramento foram tratadas através de vídeo conferência por “Skype”. O Quadro 11 detalha as reuniões feitas nesse formato.

Data	Período	Finalidade	Local	Tempo da Conferência
02/03/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
09/03/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
16/03/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
23/03/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
30/03/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
06/04/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
13/04/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
20/04/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
27/04/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
04/05/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
11/05/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
18/05/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
25/05/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora
01/06/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via “Skype”	1 hora

08/06/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via "Skype"	1 hora
22/06/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via "Skype"	1 hora
29/06/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via "Skype"	1 hora
06/07/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via "Skype"	1 hora
13/07/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via "Skype"	1 hora
20/07/2017	Manhã	Discutir os Resultados da pesquisa	Via "Skype"	1 hora
Tempo total de Conferência				20 horas

Quadro 11: Reuniões por Vídeo Conferência.

Fonte: Dados da pesquisa.

As reuniões por Skype tiveram o intuito de debater com a diretoria da empresa todos os resultados inerentes ao projeto de monitoramento no momento em que os mesmos ocorriam. A partir dessas conferências, os dados eram organizados e analisados. Entre visitas *in loco* e reuniões via "Skype", foram computadas 191 horas.

A propriedade agrícola objeto deste estudo adotou o equipamento de monitoramento através do uso do "Global Positioning System" (GPS) em 8 tratores e 2 caminhões dedicados às atividades de pulverização, cuja área total da empresa para a produção de laranjas compreende uma área total de 6.446 ha dividida em cinco setores.

Para a realização deste estudo utilizou-se os setores 1 e 5 com os equipamentos monitorados, estes setores compreendem uma área de 2.236 ha. Os setores 2, 3 e 4, que juntos somam uma área total de 4.230 ha não receberam os equipamentos de monitoramento e trabalharam dentro dos procedimentos até então estabelecidos.

O processo de levantamento de dados da pesquisa ocorreu durante toda a safra 2016/2017, incluindo, a fase etapa de instalação dos GPS nos tratores, caminhões e estruturas fixas para captação dos sinais de GPS em toda a extensão da área.

Durante toda a etapa de coleta de dados foram realizadas 25 visitas *in loco* à empresa, 21 entrevistas para apuração e acompanhamento de resultados por meio de videoconferência junto ao gerente de produção e técnicos. Os dados empíricos foram então levantados e discutidos entre todos os autores deste trabalho. Ressalta-se que os resultados deste estudo foram reportados à direção da empresa.

Em adição, importa destacar que nesse primeiro momento apenas três das atividades de pulverização foram monitoradas, são elas: Controle de Pinta Preta do Citros; Controle de Psilídio; e Controle de *Coletotrichum* ou Florida.

Os dados para elaboração do fluxo de caixa do projeto foram extraídos a partir dos demonstrativos de custos da empresa inerentes aos recursos mão de obra e insumos inerentes aos tratores (combustível, lubrificantes, manutenção entre outros), que foram os equipamentos monitorados pelo sistema. Optou-se por expressar os valores em dólares para efeitos de comparação em outros mercados (SIMÕES, SILVA e SILVA, 2012), a taxa de câmbio utilizada na ocasião da conclusão da análise foi de R\$ 3,2998 para cada U\$\$ 1,0.

Foram elaborados três fluxos de caixa: 1) Fluxo de caixa das atividades não monitoradas; Fluxo de caixa das atividades monitoradas; e 3) Fluxo de caixa incremental (que foi a diferença do fluxo das atividades não monitoradas, pelas atividades monitoradas). Os valores que compõem o fluxo de caixa são valores médios, tanto das atividades monitoradas, como das não monitoradas, as variações identificadas foram trabalhadas no modelo de simulação.

Para a projeção do Fluxo de Caixa futuro considerou-se os próximos 5 anos, em função da previsão de vida útil da tecnologia empregada no GPS em consulta com o fornecedor e técnicos da empresa. Assim, espera-se que em até 5 anos novas tecnologias de monitoramento poderão ser embarcadas nos tratores e demais implementos utilizados na citricultura.

As técnicas de análise para avaliação econômica do projeto foram as duas principais do Fluxo de Caixa Descontado – VPL e TIR (COSTA, AZEVEDO e SAMANEZ, 2015; BLOCK, 2007; STOUT *et al.* 2008; BENNOUMA, MEREDITH e MARCHANT, 2010), conforme apresentadas nas equações 2 e 3 desse trabalho.

A taxa de desconto utilizada neste estudo foi estimada a partir do modelo do “Capital Assets Pricing Modelling” (CAPM) em que foram utilizados como premissas: Selic em 5,5% (taxa real), o beta médio das três empresas agrícolas da B3 (considerando o período de 2016/2013), o prêmio histórico do mercado brasileiro de 6% a.a. Desta forma, a taxa de desconto foi determinada em 11% a.a.

Não obstante, o resultado das simulações de Monte Carlo que considerou vários cenários para os prováveis valores do VPL na distribuição de probabilidade também balizaram o processo de análise do projeto.

Optou-se pela simulação de Monte Carlo pelo fato da análise não ser formada por dados históricos, e como sustenta Oliveira e Pamplona (2012, p. 338) em casos, “em que não se trabalha com dados históricos, uma alternativa é a de se utilizar

simulação de Monte Carlo para calcular a estimativa da volatilidade dos fluxos de caixa”.

Os autores acrescentam que no método de Monte Carlo, as principais fontes de incerteza do projeto, tais como: receitas, taxas de desconto, custos e despesas, impostos e depreciação, entre outras, podem servir como variáveis de entrada para a simulação, como foi o caso da presente pesquisa.

A distribuição de probabilidade escolhida foi a triangular, que segundo Noronha (2006) e Mun (2002) descreve uma situação onde se conhece o valor mais provável de ocorrer, o valor mínimo e o valor máximo. Os autores acrescentam que, o valor mais provável dos itens cai entre o mínimo e o máximo, compondo uma distribuição em forma de triângulo, que mostra que os valores próximos ao mínimo e ao máximo são menos prováveis de ocorrer que os próximos do valor mais provável.

3.2.1 Sistema de Monitoramento

Na instalação do sistema de monitoramento analisado nesse trabalho, foram propostas as seguintes ferramentas de monitoramento: monitoramento “on line”; Sistema de Gestão (SGPA); Relatórios Gerenciais (SGPA). Além dessas ferramentas, o projeto inclui como segurança o fator confiabilidade das informações. A seguir, são apresentados cada um desses tópicos.

3.2.2 Monitoramento On Line

O monitoramento “on line” é feito através do computador de bordo MAG 100 “Solinftec” que permite a telemetria dos Maquinários, Operações Produtivas de forma automáticas e Geo-Referenciadas. Estas informações são armazenadas em um cartão de memória incorporado ao MAG 100 e podem ser enviadas ao monitoramento e controle por rede “SolinfNET” ou GPRS, assim tendo como objetivo uma gestão mais assertiva, buscando o aumento da eficiência e a redução do Custo Fixo e Variável, com a sistematização flexível e ágil dos Produtos que estão sendo instalados.

3.2.3 Sistema de Gestão (SGPA)

O “software” SGPA instalado em servidores da “Solinftec” é acessado de qualquer lugar do mundo via *web*, esta ferramenta “Solinftec” facilita aos gestores o monitoramento e controle dos maquinários e acompanhamento da produtividade em tempo real, além dos relatórios “On-Line” e “Off-line”, tendo com uma de suas principais finalidades auxiliar nas tomadas de decisões. Esta ferramenta só é possível se trabalhar de maneira integrada com o Computador de Bordo MAG 100.

A Figura 5 mostra a visão que os administradores do sistema têm durante as operações quando estão sendo monitoradas.

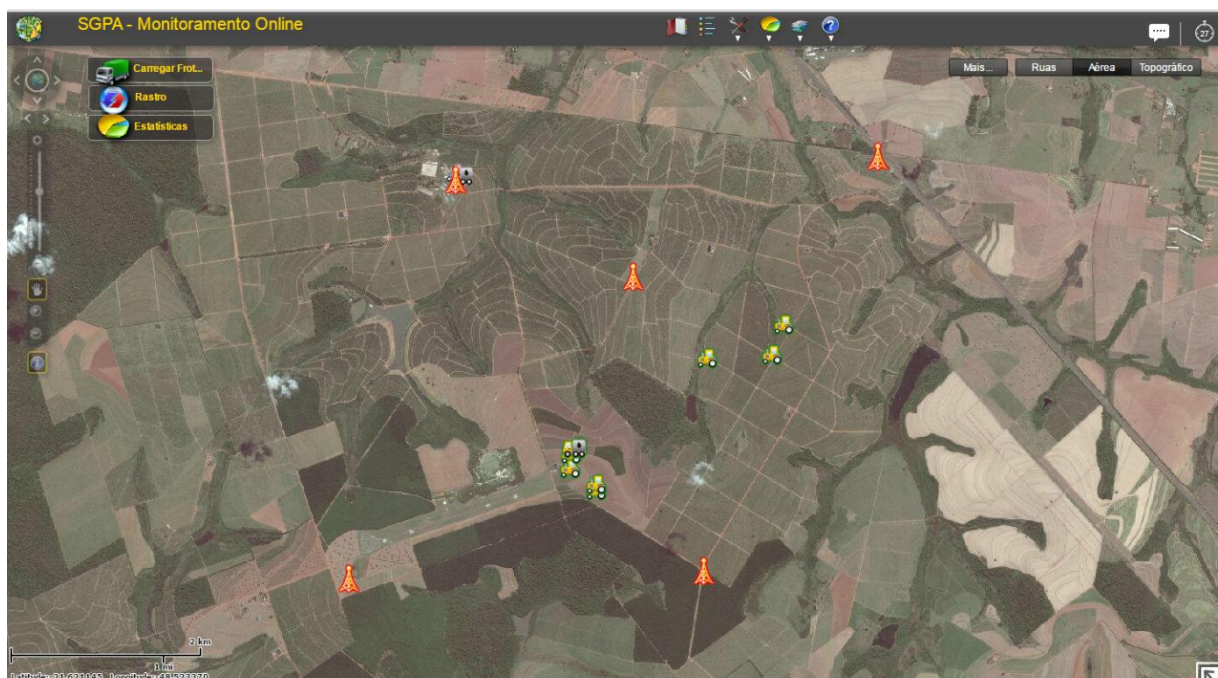


Figura 5: Sistema de Monitoramento On-line.

Fonte: Dados da pesquisa.

Com as informações fornecidas pelo sistema de monitoramento os gestores conseguem em tempo real intervir nos processos de pulverização sempre que necessário, otimizando o tempo de respostas as demandas operacionais que surgem.

3.2.4 Relatórios Gerenciais (SGPA)

Com as informações geradas nos maquinários através dos computadores de bordo MAG 100 e transmitida via “SolinfNET” para o “Data Center” é possível gerar

relatórios gerenciais e operacionais. Assim se consegue mensurar com precisão realmente o período de Horas Produtivas, Improdutivas e Manutenção.

As horas produtivas é o período em que o maquinário ficou em efetivo trabalhando em determinadas operações. Nas horas improdutivas, são os tempos gastos pelo maquinário parado sem produzir, por determinados motivos, assim pode-se quantificar onde se estar perdendo tempo e o porquê da perda de tempo. O mesmo se dá para manutenção, quantificando os tempos gastos e o motivo das manutenções.

3.2.5 *Confiabilidade do Projeto de Monitoramento*

Visando manter a natureza sigilosa das informações da empresa, as partes obrigam-se a manter as condições de sigilo absoluto sobre quaisquer dados, materiais, informações, procedimentos, documentos, especificações técnicas ou comerciais, inovações e aperfeiçoamentos de que venham a ter acesso, ou que venham a lhes ser confiados em razão deste contrato, sendo estes do interesse das partes contratantes ou de terceiros, não podendo, sob pretexto algum, sem a prévia e expressa autorização da outra parte, divulgar, revelar, reproduzir, utilizar ou dar conhecimento a terceiros estranhos sobre a contratação, sob as penas das leis civil, penal e legislação específica de proteção ao direito de autor do “SOFTWARE”/EQUIPAMENTO.

As informações obtidas pelas partes em razão do contrato que fora assinado, somente poderão ser divulgadas a terceiros (inclusive seus empregados e fornecedores), após prévia aprovação por escrito da outra parte. Além disso, para que o terceiro a receba será necessário que ele assuma por escrito a obrigação de salvaguardar as informações a ele confiadas, da mesma maneira que a estipulada no instrumento que rege o contrato de sigilo das informações.

Ainda como forma de garantir a segurança das informações, as partes, durante a execução do contrato e mesmo após a sua extinção, assumem de forma incondicional, o compromisso de manter sigilo absoluto de todas as informações de ordem técnica, comercial, administrativa ou patrimonial uma da outra, sob pena de afigurar-se dano de natureza estratégico-empresarial, o qual deverá ser indenizado.

4 RESULTADOS

Nessa seção são apresentados os principais resultados do projeto de instalação de monitoramento das operações agrícolas mecanizadas da pesquisa em questão. Os resultados são referentes não apenas as questões financeiras, mas também de como a instalação desse sistema impactou nos processos de trabalho da empresa como um todo.

Inicialmente foi feito um trabalho de conhecimento de todos os processos das atividades que estavam diretamente ligadas com o monitoramento do equipamento que foi instalado, para que se pudesse identificar de forma mais precisa quais as variáveis seriam mais pertinentes para serem analisadas na avaliação da viabilidade econômica do projeto.

Em seguida, após se conhecer tais processos, foram realizadas as entrevistas para se poder dimensionar o impacto e as possíveis mudanças que o sistema poderia trazer para os processos de trabalho diário, bem como ampliar a visão geral dos reais resultados.

Em adição, em meio as entrevistas, foram realizadas observações participantes para verificar como estava sendo o desempenho dos funcionários sem o sistema de monitoramento, para posteriormente, fazer a mesma observação já com o sistema de monitoramento em atividade.

Após a etapa de campo, iniciou-se a construção das planilhas dos custos referentes as atividades de pulverização, por essas estarem sendo as únicas a serem monitoradas. Em seguida, foram levantados os valores da safra 2016/2017, bem como os recursos mais significativos que são inerentes a atividade de pulverização. Encerradas as planilhas de custos, iniciaram-se as análises.

4.1 Entrevistas

Por se tratar de um projeto que contempla gestão da mudança, jugou-se importante investigar como as pessoas que estão inseridas nesse processo enxergam a adoção do novo equipamento, e como esse poderia afetar direta ou indiretamente os processos de trabalho. Para isso, foram realizadas entrevistas com as pessoas que estão participando da instalação do equipamento.

As entrevistas foram realizadas entre os dias 02 e 14 de junho com um total de 29 entrevistados que foram divididos em três grupos: Operacional (Tratoristas, Líderes e Encarregados) 22 entrevistados; Tático (Supervisor e Coordenador) 2 entrevistados; e Estratégico (Gerentes e Diretor) 5 entrevistados.

As entrevistas nesse primeiro momento tiveram como finalidade identificar a percepção que os usuários do equipamento que estava sendo adotado estavam tendo antes que o mesmo começasse a operar integralmente.

Foram elaborados três questionários distintos para cada um dos grupos, a fim de investigar de forma mais pormenorizada cada um dos grupos em questão. Observando as orientações de Freitas e Jabbour (2011) onde os autores chamam a atenção para dispor de instrumentos de coleta de dados que possam extrair informações de forma mais ampla e profunda, é que os questionários variaram entre questões abertas e fechadas, para que se pudesse chegar ao cerne de cada uma das questões que estavam sendo levantadas. A seguir, serão apresentados os resultados dos três níveis que foram entrevistados.

4.1.1 Nível Operacional (Tratoristas, Líderes e Encarregados)

Embora o questionário tenha sido elaborado com perguntas fechadas, após cada resposta dada pelos entrevistados, lhes eram perguntados o porquê daquela resposta, para que a partir disso pudesse ser identificado o cerne das questões que estavam sendo feitas

No que tange aos funcionários pertencentes ao Nível Operacional em relação ao sistema de monitoramento, apurou-se que os mesmos consideraram uma mudança satisfatória nos processos de trabalho; reconhecem que pontos importantes que atrapalham os processos de pulverização, com destaque para fatores logísticos e de comunicação foram reduzidos com o sistema de monitoramento; classificam os pontos que prejudicam os processos de pulverização basicamente como graves, leves e moderados, e alguns como inexistentes; se mostram em sua grande maioria proativos, procurando uma postura profissional que ofereça aos procedimentos de trabalho mais eficiência; reconhecem que a utilização do sistema de monitoramento proporcionou crescimento profissional; tem boas perspectivas de ganho de benefícios, com destaque para um maior reconhecimento na empresa e Remuneração Variável (RV); e se mostraram seguros na operação do sistema de monitoramento.

4.1.2 *Nível Tático (Supervisores e Coordenadores)*

Em síntese, apurou-se que o Nível Tático utilizava ferramentas manuais de controle para os processos de pulverização, onde os mesmos reconhecem as limitações dessas, de modo especial em termos de confiabilidade das informações, o que foi superado com o uso de monitoramento. Verificou-se também que apesar de serem limitadas, as ferramentas de controle que eram utilizadas auxiliam nas operações agrícolas, de maneira acentuada no controle de pragas, de modo que o sistema de monitoramento oferece muito mais informações, e segurança nos dados.

Verificou-se também que, os principais empecilhos que eram inerentes ao processo de pulverização antes do monitoramento residiam na dificuldade de se obter informações automatizadas e em tempo real em aspectos importantes como velocidade e rotação das máquinas; os entrevistados também reportaram antes da instalação do sistema de monitoramento a existência de dificuldade de controle para saber se os processos estavam sendo realizados na sua integralidade e; controle de horários do funcionário (entrada, saída e paradas) também passou a ter um controle mais preciso com a adoção do sistema.

4.1.3 *Nível Estratégico (Gerentes e Diretor)*

No que tange a satisfação desse grupo com os ganhos gerenciais proporcionados pelo sistema de monitoramento, observou-se um cenário de informações mais rápidas e precisas, bem como com um maior grau de confiança. O cenário de incerteza apresentado antes da adoção do sistema de monitoramento foi superado na medida em que os relatórios fornecidos pelo sistema começou a auxiliar nos processos gerenciais diários, e os resultados que iam sendo apresentados atendiam as expectativas iniciais dos gestores, e apontavam para os gargalos operacionais que ainda não tinham sido identificados.

Por fim, esses funcionários esperam ter crescimento profissional, entre outras razões pelo fato de se inserir nos processos de trabalhos ferramentas que envolvam tecnologia.

Desse modo, pode-se sintetizar que os elementos desse grupo consideram o atual cenário do processo de pulverização um cenário de incertezas, carecendo de informações mais precisas; e que a decisão de investir nesse novo equipamento é

proveniente do reconhecimento que atualmente os ganhos de *performance* passam pela implantação de novas e eficientes tecnologias.

Em adição, espera-se ainda que os problemas apresentados pelo Nível Operacional e Tático sejam mitigados com a instalação do computador de bordo, uma vez que falhas que não são identificadas em sua essência hoje, poderão ser a partir da instalação do sistema.

De forma geral, a partir das entrevistas realizadas junto aos três grupos investigados, pode-se resumir no que diz respeito às expectativas dos resultados com a instalação do computador de bordo que, com esse sistema operando espera-se obter: maior confiabilidade nas informações para tomada de decisões; identificar gargalos que hoje não são vistos de forma micro; redução de custos; redução da perda de tempo; maior produtividade e rapidez na resolução de problemas.

Além desses pontos, os entrevistados reconhecem que com essa nova forma de trabalho se desdobrará em um crescimento profissional satisfatório, por agregar aos processos de trabalho uma ferramenta que será desenvolvida essencialmente por meios tecnológicos.

4.2 Investimento Inicial

A princípio o investimento inicial foi destinado às instalações do sistema, compra dos equipamentos necessários para instalações e despesas gerais relacionadas ao projeto. A instalação dos equipamentos e o início do monitoramento se deram em abril de 2016, e após se completarem doze meses de teste do sistema de monitoramento a empresa decidirá por expandir, ou abandonar o projeto.

Na hipótese de expansão, a perspectiva é que nas demais máquinas dos outros setores, seja instalado o sistema de maneira gradativa, e conforme sejam identificadas necessidades de monitoramento das demais atividades de cada setor.

A seguir no Tabela 2 apresentados todos os valores referentes ao investimento inicial, bem como suas respectivas descrições.

Tabela 2: Investimento Inicial (valores em U\$).

Descrição do Item	Valor
Implantação e Treinamento de “Software”	4.857,72
Implantação e Treinamento de Computador de Bordo	
Implantação e Treinamento de “Software Solinfnet” Central e Replicador	

Antenas GPS AT	2.584,79
Chicote Universal	
Antenas Móvel	
Conectores SMA	
Suporte Magnético	
Celulares	
Despesas com Alimentação, Condução e Hospedagem	2.255,50
TOTAL	9.698,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que o maior esforço do investimento inicial foi destinado à empresa prestadora de serviço do equipamento de monitoramento, principalmente no que concerne as implantações e treinamento dos itens necessários para o funcionamento do projeto.

Importa destacar que, o total do investimento inicial é referente a instalação do sistema e dos equipamentos em dez máquinas que estão situadas nos dois setores que estão sendo investigados, e não em todas as máquinas da fazenda.

Em adição, foi feita uma análise do cenário de custos do processo de pulverização, devido a instalação do sistema de monitoramento ser direcionado, a princípio, para essas atividades. As pulverizações que serão monitoradas são: Pulverização “Coletotrichum”, Pulverização Ferrugem, Pulverização Florada, Pulverização Leprose.

4.3 Cenário Atual de Custos e Reflexos Fitossanitários do Citros

Os dados foram organizados a partir de uma planilha matriz geral de custos extraída do sistema da empresa onde todos os registros financeiros e operacionais são feitos. Essa planilha dispõe de vários filtros, mas para fins dessa análise foram utilizados os seguintes: safra (onde se filtrou os anos utilizados na análise); setor (os que estão sendo monitorados: setor 1 e 5); negócio (apenas *citrus*); atividade (onde estão os processos de pulverização e demais atividades da empresa); recursos (mão-de-obra e equipamentos) e; valores.

Nas Tabelas 3, 4 e 5 constam a estrutura do Fluxo de Caixa projetado para cinco anos das atividades não monitoradas, monitoradas, e o fluxo incremental do projeto. Observa-se que os valores médios são os mesmos para todo o ciclo, dessa

forma, além de apresentar os fluxos de caixa livre, as Tabelas 3, 4 e 5 apresentam o VP de cada uma das atividades considerando os fluxos dos 5 anos e a taxa de desconto de 11% a.a.

Tabela 3: Fluxo de Caixa das Atividades Não Monitoradas (Valores em \$)

Fluxo de Caixa das Atividades Não Monitoradas							
Atividade	0	VP	1	2	3	4	5
Controle de Pinta Preta		598.114,55	179.533,11	179.533,11	179.533,11	179.533,11	179.533,11
Controle de Psilídeo		982.962,62	265.960,50	265.960,50	265.960,50	265.960,50	265.960,50
Pulverização Coletotrichum		143.780,09	38.902,62	38.902,62	38.902,62	38.902,62	38.902,62
Custo Total		1.724.857,26	466.695,16	466.695,16	466.695,16	466.695,16	466.695,16
Despesas Incrementais		-	-	-	-	-	-
Total de custos e despesas		1.724.857,26	466.695,16	466.695,16	466.695,16	466.695,16	466.695,16
IR		586.451,47	158.676,35	158.676,35	158.676,35	158.676,35	158.676,35
FCO		1.138.405,79	308.018,81	308.018,81	308.018,81	308.018,81	308.018,81
Investimento		-	-	-	-	-	-
FCL		1.138.405,79	308.018,81	308.018,81	308.018,81	308.018,81	308.018,81

Fonte da Pesquisa: Dados da Pesquisa (Elaborado pelos Autores).

Tabela 4: Fluxo de Caixa das Atividades Monitoradas (Valores em \$)

Fluxo de Caixa das Atividades Monitoradas							
Atividade	0	VP	1	2	3	4	5
Controle de Pinta Preta	-	491.138,82	132.887,58	132.887,58	132.887,58	132.887,58	132.887,58
Controle de Psilídeo	-	786.875,77	212.905,22	212.905,22	212.905,22	212.905,22	212.905,22
Pulverização Coletotrichum	-	125.943,24	34.076,50	34.076,50	34.076,50	34.076,50	34.076,50
Custo Total	-	1.403.957,84	379.869,31	379.869,31	379.869,31	379.869,31	379.869,31
Despesas Incrementais	-	113.156,68	30.616,84	30.616,84	30.616,84	30.616,84	30.616,84
Total de custos e despesas	-	1.517.114,53	410.486,15	410.486,15	410.486,15	410.486,15	410.486,15
IR	-	515.818,94	139.565,29	139.565,29	139.565,29	139.565,29	139.565,29
FCO	-	1.001.295,59	270.920,86	270.920,86	270.920,86	270.920,86	270.920,86
Investimento	- 9.698,00	-	-	-	-	-	-
FCL	- 9.698,00	1.001.295,59	270.920,86	270.920,86	270.920,86	270.920,86	270.920,86

Fonte da Pesquisa: Dados da Pesquisa (Elaborado pelos Autores).

Tabela 5: Fluxo de Caixa Incremental (Valores em \$)

Fluxo de Caixa Incremental							
Atividade	0	VP	1	2	3	4	5
Controle de Pinta Preta	-	106.975,73	28.944,46	28.944,46	28.944,46	28.944,46	28.944,46
Controle de Psilídeo	-	196.086,84	53.055,28	53.055,28	53.055,28	53.055,28	53.055,28
Pulverização Coletotrichum	-	17.836,85	4.826,12	4.826,12	4.826,12	4.826,12	4.826,12
Custo Total	-	320.899,41	86.825,85	86.825,85	86.825,85	86.825,85	86.825,85
Despesas Incrementais	-	- 113.156,68	- 30.616,84	- 30.616,84	- 30.616,84	- 30.616,84	- 30.616,84
Total de custos e despesas	-	207.742,73	56.209,01	56.209,01	56.209,01	56.209,01	56.209,01
IR	-	70.632,53	19.111,07	19.111,07	19.111,07	19.111,07	19.111,07
FCO	-	137.110,20	37.097,95	37.097,95	37.097,95	37.097,95	37.097,95
Investimento	- 9.698,00	-	-	-	-	-	-
FCL	- 9.698,00	137.110,20	37.097,95	37.097,95	37.097,95	37.097,95	37.097,95

Fonte da Pesquisa: Dados da Pesquisa (Elaborado pelos Autores).

Como o principal benefício do sistema de monitoramento é a possibilidade de aumentar os níveis de gerenciamento dos recursos aplicados na atividade, os valores das Tabelas 3,4 e 5 referem-se ao impacto do sistema de monitoramento nos custos de cada atividade relativas ao manejo de pulverização frente ao sistema de trabalho tradicional até então utilizado pela empresa.

Nota-se que as operações monitoradas obtiveram um custo menor quando comparadas com as não monitoradas em todas as atividades, exceto para mão de obra na pulverização de “coletotrichum”, por isso, o fluxo de caixa incremental é positivo, pois os custos inerentes as operações monitoradas foram inferiores aos das atividades não monitoradas. Com base nesse resultado, no postulado pela literatura, e em trabalhos empíricos, cresce a possibilidade de apontar que as operações agrícolas mecanizadas quando desenvolvidas com sistemas de monitoramento geram um custo menor para empresa, como visto nas Tabela 3, 4 e 5.

As despesas incrementais referem-se aos encargos inerentes à contratação de um profissional que passou a gerenciar o sistema em tempo real durante as atividades. Durante o acompanhamento do projeto, através das visitas e entrevistas, verificou-se a importância do papel deste profissional, pois cumpre a este cargo a função de planejar, organizar e controlar todos os equipamentos espalhados ao longo da área. Assim, a empresa passou a identificar as causas de mau planejamento das rotinas de trabalho (falta de combustível, preparação dos insumos para utilização nas máquinas, uso correto do equipamento, entre outros), além de melhorar o planejamento da distribuição dos equipamentos ao longo de toda a extensão da área e identificar paradas de produção.

A necessidade do controle destas operações para a empresa agrícola justifica-se, também, pelo fato da pesquisa estar situada no Estado de São Paulo, onde desde o ano 2000 mais de 20% dos laranjais foram perdidos por decorrência dos aspectos fitossanitários ligados a cultura. A preocupação em tratar tais aspectos de maneira preventiva se torna economicamente mais viável, visto o impacto que esses provocam ao serem tratados de maneira defensiva, é o que postula Neves *et al.*, (2007) e Agriannual (2010).

Apesar de no estado de São Paulo se concentrar um número de laranjais consideravelmente maior que em outras regiões do país, Ferreira (2014) alerta para que citricultores de outros estados também atentem para os aspectos fitossanitários, uma vez, que tais pragas e doenças podem alcançar outras regiões do Brasil.

Ainda no que tange a compreensão dos valores da Tabela 1, vale ressaltar a constatação feita por Silva (1996) e Ferreira (2014), que já trazia para o debate o fato de os aspectos fitossanitários na citricultura representarem em média um terço dos custos de produção, e desse montante, metade se concentra nas atividades de pulverização.

Os valores destinados a prática preventiva do processo de pulverização, também estão alinhados com as lacunas identificadas por Scaloppi (2010) que constatou que, apesar dos riscos diretos e indiretos que os aspectos fitossanitários representam, os níveis de controle dessas atividades no citros têm se mostrado aquém dos desejáveis.

Observa-se também que, a atividade de Psilídeo foi a que registrou um maior custo de controle, correspondendo em média por 55% do custo total de pulverização. Em seguida, o controle da mancha preta do citros representou 42%, e o controle de “coletotrichum” 3%; sendo que as duas principais atividades em representatividade de custos foram nas atividades monitoradas as que apresentaram uma maior diferença percentual de custos em relação as atividades não monitoradas, o que corrobora a possibilidade de as operações agrícolas mecanizadas monitoradas terem um custo menor.

Apesar de cada uma das doenças citadas apresentarem um grau de destruição considerável, pode-se inferir a partir dos resultados financeiros obtidos, que os custos das atividades de pulverização estão em um certo grau vinculados aos níveis de destruição e riscos biológicos que suas respectivas pragas provocam.

Essa argumentação é inferida a partir do que postulou Paiva (2009), que diz que o controle de psilídeo, o “huanglongbing” (HLB), ou “greening” do citros, tem sido considerada a pior e mais destrutiva doença que acomete os pomares comerciais de citros em todo mundo onde ocorre, e uma grave ameaça para as áreas de cultivo ainda livres desta doença. Além disso, o autor acrescenta que ainda não foi encontrada uma forma eficaz de combater e controlar a doença.

Posto essa realidade, e o argumento de ligar o risco das pragas ao valores dispendidos no controle das mesmas, verifica-se que o fato do controle de psilídeo representar individualmente 55% do custo total da atividade de pulverização, pode está diretamente ligado ao alto risco biológico que essa praga representa, sendo mais pertinente os gastos planejados na estratégia preventiva, que o risco de incorrer nos danos biológicos financeiros que podem ser causados.

Estudos pioneiros de caráter quantitativos dos danos do “huanglonbing” (HLB) em condições brasileiras mostram reduções de 70% na produção do fruto, em plantas de quatro a seis anos de idade e com mais de 60% da copa com sintomas de HLB (BASSANEZI *et al.*, 2006). Percebeu-se no entanto que, a redução do fruto foi proporcional à área da planta com sintomas desta doença, finalizam os mesmos autores.

No que tange a segunda atividade mais dispendiosa da análise – MPC – de acordo com Bernardo e Bettiol (2010) é a principal doença fúngica da cultura no estado de São Paulo, um dos prováveis motivos dos custos de controle dessa atividade serem tão elevado como a HLB.

Scaloppi (2010) acrescenta que todas as principais variedades comerciais de laranjeiras doces são suscetíveis ao patógeno, que deprecia comercialmente os frutos para o mercado *in natura*, além de provocar sua queda antes do período de colheita, o que gera reflexo negativo do ponto de vista financeiro, e justifica o investimento no controle defensivo da praga.

Por último, o controle da podridão floral do citros é justificada pelo que sustenta Spada (2011) que identificou que essa praga afeta flores de praticamente todas as variedades comerciais, ocasionando a queda prematura dos frutos. Em adição, Tank Junior (2013) acrescenta que a PFC pode provocar até 80% de queda dos frutos. Outro fator que pode justificar um custo menor de controle dessa praga, é o fato da pulverização ocorrer em momentos específicos da safra, diferentemente do HLB.

Já a Tabela 6, apresenta variação percentual que é referente ao fluxo de caixa incremental dos fluxos de caixa do projeto trazidos a valor presente.

Tabela 6: Valor Presente do Fluxo de Caixa do Projeto (U\$).

Custo das Atividades	Valor Presente			
	Não Monitoradas	Monitoradas	Incremental	Variação
Controle de Pinta Preta	1.282.823	989.356	293.466	-22,88%
Equipamento	785.756	596.469	189.288	-24,09%
Mão de Obra	497.066	392.888	104.178	-20,96%
Controle de Psilídeo	2.016.094	1.638.873	377.221	-18,71%
Equipamento	1.228.412	926.006	302.406	-24,62%
Mão de Obra	787.682	712.867	74.814	-9,50%
Controle de “Coletotrichum”	298.668	280.832	17.836	-5,97%

Equipamento	180.457	152.399	28.059	-15,55%
Mão de Obra	118.211	128.433	10.222	8,65%
Custo Total	3.597.585	2.909.062	688.523	-19,14%
Despesas Incrementais	-	114.244	114.244	-
Total de custos e despesas	3.597.585	3.023.306	574.279	-15,96%
Imposto de Renda	1.223.179	1.027.924	195.255	-15,96%
Fluxo de Caixa Operacional	2.374.406	1.995.382	379.024	-15,96%
Investimento	-	9.698	9.698	-
Fluxo de Caixa Livre	2.374.406	1.985.684	388.722	-16,37%

Fonte: Dados da Pesquisa (Elaborado pelos Autores).

Como os valores da Tabela 6 estão apresentados em valores presentes, a linha que representa o FCL traz a valoração das atividades monitoradas, não monitoradas e incremental, de modo que, como esta última é positiva, assinala-se para a viabilidade do projeto que devolve à empresa um VPL positivo.

Em função da grande quantidade de operações monitoradas durante todo o ciclo da safra 2016/2017 foi possível identificar que os valores médios apresentados na Tabela 6 apresentaram variabilidade em decorrência do processo de aprendizado com a tecnologia, fatores climáticos e até mesmo organizacionais. Assim, a Tabela 7 apresenta os custos médios, mínimos, máximos e desvio padrão de cada uma das atividades de pulverização da empresa agrícola para o período analisado.

Tabela 7: Discriminação dos custos por atividade na área monitorada. (US\$)

Atividade	Custo Médio/ha	Custo Mínimo/ha	Custo Máximo/ha	Volatilidade do custo
Controle de Pinta Preta	7,06	5,20	8,92	1,86
Equipamento	4,23	3,27	5,19	0,96
Mão de Obra	2,83	1,94	3,73	0,90
Controle de Psilídeo	4,68	2,88	6,48	1,80
Equipamento	2,61	1,42	3,80	1,19
Mão de Obra	2,07	1,46	2,68	0,61
Controle de "Coletotrichum"	4,98	2,52	7,45	2,46
Equipamento	2,74	1,17	4,31	1,57
Mão de Obra	2,24	1,35	3,14	0,89
Custo Total	16,73	10,61	22,85	6,12

Fonte da Pesquisa: Dados da Pesquisa (Elaborado pelos Autores).

Os resultados obtidos com a adoção do equipamento de monitoramento através do computador de bordo, sinalizou para um projeto economicamente viável,

pois no cenário analisado os setores monitorados, obtiveram em praticamente todas as atividades um custo menor de operação quando comparados aos setores não monitorados.

Não obstante, a economia gerada nessas operações foi suficiente para garantir a empresa o valor do investimento acrescido de um retorno que corresponde à diferença financeira das atividades monitoradas e não monitoradas.

No entanto, em função das variações identificadas ao longo da safra 2016/2017 julgou-se conveniente para aumentar a robustez dos resultados a análise por meio da Simulação de Monte Carlo, considerando uma distribuição triangular para todas as variáveis de custos com o sistema monitorado, a partir das informações da Tabela 7. Ressalta-se que o uso da escolha da distribuição triangular deve-se ao conhecimento de valores mínimos e máximos para cada atividade após extenso levantamento dos registros de custos das atividades realizadas pela empresa. Em adição, não caberia o uso da distribuição normal para este contexto, pois a utilização dos valores médios com o desvio padrão, resultaria também no escopo da distribuição valores negativos o que na prática não é possível, pois custo não pode ser negativo.

Com base na simulação de Monte Carlo, a probabilidade de se obter um VPL negativo, isto é, o valor presente do sistema monitorado ser inferior ao sistema não monitorado representa menos de 0,5% das possibilidades, conforme o Tabela 6.

Tabela 8: Distribuição de Probabilidades e VPL (US\$).

Probabilidade	VPL
0,5%	-
1%	\$ 65.190,74
5%	\$ 272.166,93
10%	\$ 383.499,32
15%	\$ 461.950,31
20%	\$ 523.780,49
25%	\$ 584.321,01
30%	\$ 634.682,04
35%	\$ 684.279,14
40%	\$ 731.238,84
45%	\$ 776.082,58
50%	\$ 823.893,37
55%	\$ 870.957,92
60%	\$ 919.340,72
65%	\$ 968.892,51
70%	\$ 1.017.931,78
75%	\$ 1.074.199,29

80%	\$ 1.139.972,00
85%	\$ 1.214.177,95
90%	\$ 1.314.383,21
95%	\$ 1.446.679,87
99%	\$ 1.699.116,14

Fontes: Dados da Pesquisa.

Os resultados apresentados na Tabela 8 aumentam a segurança em afirmar que o sistema de monitoramento na atividade de pulverização da citricultura é viável economicamente, pois a possibilidade de se obter um VPL negativo é quase nula.

A Tabela 9 apresenta os resultados do VPL do projeto de monitoramento considerando 10.000 interações.

Tabela 9: Medidas de Dispersão do VPL do Projeto (Valores em U\$).

Medidas de Dispersão	
Medida	VPL
Mínimo	\$ -317.041,36
Máximo	\$ 2.280.102,01
Média	\$ 836.631,90
90% IC	\$ ±5.892,58
Moda	\$ 744.648,98
Mediana	\$ 823.893,37
Desv Pad	\$ 358.210,35
Assimetria	0,1842
Curtose	2,8534

Fonte: Dados da Pesquisa.

As principais medidas de dispersão mostradas na Tabela 9 se mostram favoráveis a viabilidade econômica do projeto, com exceção do valor mínimo, todas as demais medidas são aderentes, com destaque para a moda, máximo e média, que revelam valores favoráveis ao resultado final do projeto.

A técnica de Monte Carlo se apresenta como uma das ferramentas mais promissoras na valoração de análise de investimento, isso tem feito alguns trabalhos utilizarem essa mesma ferramenta para analisarem a viabilidade econômica na citricultura (PAES e ESPERANCINI, 2006; SIMÕES, CABRAL e OLIVEIRA, 2015).

O investimento em sistema de monitoramento das operações agrícolas mecanizadas se apresenta como uma atividade com o poder de valoração bem acima dos encontrados por Simões, Cabral e Oliveira (2015), que avaliou a viabilidade econômica de um produtor de laranja da região centro-oeste do estado de São Paulo sobre condições de risco.

A análise de Simões, Cabral e Oliveira (2015) foi relacionada à formação de um pomar até o final do ciclo de vida da safra, estimado em 17 anos. Os dados foram ponderados para o processo de produção: eficiência operacional (horas-homem e horas de máquina por hectare); quantidade de laranja mudas (plantação e replantação); máquinas, manutenção e melhorias; fertilizantes; pesticidas agrícolas; análise do solo; taxa de administração; óleo diesel; desbaste; controle de formigas; contratado e Trabalho de terceiros; inspeções de “greening”, pragas e doenças; eliminação de plantas contaminadas; macro e pulverização de micronutrientes, controle da mosca da fruta e leprose cítrica

O risco de um VPL negativo no estudo de Simões, Cabral e Oliveira (2015) foi de 42,8%, enquanto o da presente pesquisa, como dito anteriormente, foi quase nulo, na ordem de 0,05%. Outro indicador que se apresenta de modo favorável na instalação do monitoramento das atividades agrícolas é a TIR, que foi de 1058%, enquanto a de Simões, Cabral e Oliveira (2015) foi de 7,7%.

Uma das diferenças metodológicas do trabalho de Simões, Cabral e Oliveira (2015) é que os autores adotaram a distribuição estratificada, e não triangular, bem como 100.000 interações frente as 10.000 dessa pesquisa.

O valor expressivo da TIR apresentada pelo projeto pode ser compreendido quando se analisa os valores dos custos das atividades de pulverização, com o valor realizado do investimento para que o monitoramento fosse efetivado, pois a cifra do capital aplicado é acentuadamente tênue quando analisado o valor dos custos totais das operações de pulverização.

Outro aspecto relevante a ser considerado na realização do investimento em sistema de monitoramento, é o que destaca Toledo *et al.* (2011), que ressalta que na administração das operações agrícolas vários tipos de informações são importantes, podendo-se citar as condições e o desempenho das máquinas, dados associados às atividades de campo (tempo de trabalho e área trabalhada), dados sobre o desempenho operacional (velocidade de deslocamento, consumo de combustível, etc.) e os dados de substâncias usadas e fluxo de material (como misturas de produtos químicos e fertilizantes aplicados). O somatório desses ganhos aliados aos acréscimos econômicos gerados na redução de custos, reforçam a viabilidade financeira do projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim como nas demais atividades do agronegócio, a citricultura passa por um processo de alinhamento no que tange a adoção de novas tecnologias em seus processos de operações mecanizadas, para que sua estrutura de custos possa alcançar patamares que viabilize as empresas desse setor uma maior competitividade e rentabilidade.

Para alcançar tal objetivo, uma das estratégias que vem ganhando evidência no setor cítrico é o sistema de monitoramento das operações agrícolas, que é capaz de precisar cada etapa do processo, bem como reduzir substancialmente o custo operacional das operações.

Embora o sistema de monitoramento das operações agrícolas mecanizadas na citricultura seja considerado uma ferramenta gerencial promissora, esse ainda é pouco difundido entre os produtores rurais, que alegam não apresentar recursos suficientes para realizar o investimento nessa tecnologia.

Posta essa realidade, surge como desafio empresarial e acadêmico desenvolver mecanismos que viabilizem a um número cada vez maior de propriedades agrícolas ter acesso a essa tecnologia, uma vez que além dos benefícios gerenciais, a provável redução de custos poderá impactar diretamente em uma maior competitividade desses produtores.

Foi no intuito de contribuir com a literatura e o setor cítrico, que essa pesquisa foi desenvolvida, na tentativa de apresentar como é possível mensurar o valor econômico de projetos de investimento que visem a adoção do sistema de monitoramento das operações agrícolas mecanizadas na citricultura, e quais os demais ganhos que ele pode abarcar para as empresas.

A questão que norteou esse trabalho foi: Como avaliar e determinar a viabilidade econômica de um sistema computadorizado em máquinas utilizadas em uma empresa agrícola cítrica situada no interior do Estado de São Paulo? Apurou-se que existem diversas formas de avaliar a viabilidade econômica de um sistema de monitoramento, como por exemplo: através da Teoria das Opções Reais (TOR); pelo modelo binominal; entre outras. Porém, para essa pesquisa optou-se por adotar a metodologia do fluxo de caixa descontado associado a simulação de Monte Carlo para

os aspectos quantitativos, e um estudo de caso que possibilitasse a identificação dos ganhos qualitativos.

O fluxo de caixa descontado foi utilizado por ser considerado tanto no meio empresarial como acadêmico como a mais usual metodologia para se verificar a viabilidade econômica de um investimento, através das suas principais técnicas, VPL e TIR. Não obstante, essa metodologia, segundo alguns autores, embora seja confiável e bastante praticada, apresenta algumas limitações por ser considerada estática.

Nessa perspectiva, por identificar que o fluxo de caixa descontado não é capaz de mensurar os riscos inerentes ao projeto, é que se julgou necessário agregar a essa metodologia a simulação de Monte Carlo, que são métodos considerados os mais completos, pois incorporam posições não lineares, distribuições não normais, parâmetros implícitos, e até mesmo cenários definidos por usuários.

Dessa maneira, postula-se que uma das maneiras de se avaliar a viabilidade econômica de sistemas de monitoramento em operações agrícolas mecanizadas na citricultura, é através da associação da técnica do VPL, e partir desse verificar os riscos que envolve o projeto pela simulação de Monte Carlo. De todo modo, reforça-se o reconhecimento de que outras técnicas são capazes de gerar resultados confiáveis na avaliação de projetos, mas em função das variáveis dessa pesquisa optou-se pela a associação das técnicas do fluxo de caixa descontado associada a simulação de Monte Carlo.

No que concerne ao cumprimento dos objetivos específicos, foi possível elaborar um fluxo de caixa a partir dos custos que compõem cada uma das atividades que estavam sendo monitoradas, e dos recursos inerentes as essas, que foram equipamentos e mão de obra. Tais recursos também foram determinados como as principais variáveis incertas do projeto.

Não obstante, foram observadas flexibilidades gerenciais advindas pela adoção do sistema de monitoramento que não eram possíveis no cenário das operações sem o sistema de monitoramento. As principais flexibilidades gerenciais residiram principalmente na confiabilidade e diversidade de informações obtidas pelos relatórios fornecidos pelo sistema em tempo real, que serviram de balizadores para as tomadas de decisões durante a safra.

Com base em todos os expostos feitos pelo trabalho, aponta-se como principais considerações da pesquisa que: 1) com a adoção do sistema de monitoramento das

atividades agrícolas mecanizadas na citricultura as equipes monitoradas apresentaram um custo de operação menor frente as equipes não monitoradas; 2) as informações geradas pelo sistema de monitoramento além de poderem ser obtidas em tempo real são mais completas e confiáveis que as informações que eram extraídas pelos relatórios anteriores para as tomadas de decisões, o que sanou boa parte do cenário de incerteza que envolviam as atividades de pulverização; 3) o investimento realizado mostrou-se viável e com um grande potencial de valorização, seguido de um VPL com probabilidades quase nulas de ser negativo e uma TIR atrativa; 4) a adoção do sistema de monitoramento impactou positivamente nos funcionários que fazem o uso do mesmo, e trouxe boas perspectivas profissionais para os envolvidos; 5) problemas de ordem operacional (problemas logísticos e de comunicação principalmente) e gerencial (informações mais confiáveis e precisas) puderam ser aprimorados.

5.1 Implicações Gerenciais

Os resultados deste estudo demonstram a importância de aumentar os sistemas de controle das operações agrícolas por meio de tecnologia de informação, cujos gastos para aquisição têm se tornado mais acessíveis e ampliado às aplicações. Sabendo que as atividades agrícolas demandam de processos enxutos e que devolvam a máxima eficiência possível, o controle das operações mecanizadas nas operações de pulverização na citricultura demonstra elevado potencial de redução de custos e reporta valor econômico agregado positivo.

Embora o sistema de monitoramento apresente informações vitais para o processo de pulverização e para as tomadas de decisões na gestão de frotas como um todo, esse não consegue mostrar a qualidade com que as operações estão sendo realizadas. Ou seja, apesar de trazer um cenário de informações mais precisas e confiáveis no que tange ao tempo trabalhado por máquinas, rotas realizadas pelas máquinas, estatística das operações produtivas e não produtivas, a qualidade com que as pulverizações são realizadas ainda não é possível de ser verificada pelo sistema de monitoramento.

Ressalta-se que os resultados foram obtidos, porque a empresa agrícola apresenta elevado nível de controle de custos das suas atividades operacionais, sendo que essa realidade não é comum para as empresas rurais brasileiras o que

demonstra a importância de investimentos em sistemas de informação e controle para que as decisões possam ser tomadas com base em dados confiáveis e reais de cada empresa.

A utilização da simulação de Monte Carlo na análise de investimento nesta atividade mostrou-se acertada, em especial, por combinar também uma estrutura de custos baseada em atividades e com o controle do recursos estratificados por mão-de-obra e equipamentos, assim, torna-se importante que as estruturas de custos postas pelos órgãos de controle no Brasil (Companhia Nacional de Abastecimento) e anuários estatísticos reportem informações com maior nível de detalhamento para permitir uma melhor análise comparativa dos custos.

Importa destacar que, o trabalho se mostra relevante tanto para o estudo acadêmico, como para decisões empresariais, uma vez que vários estudos almejam encontrar não apenas mecanismos de redução de custos, mas também a construção de um cenário organizacional mais alicerçado em informações precisas e com maior grau de confiabilidade.

Em adição, foi observado que o uso do monitoramento das operações agrícolas mecanizadas caminha para o preenchimento de uma lacuna há algum tempo identificado não apenas na cultura do citros, mas no agronegócio como um todo, que é a profissionalização da administração, uma vez que as tomadas de decisões estão levando em consideração não apenas fatores zootécnicos, agrícolas e agroindustriais. Observa-se porém, que há um crescente interesse em contabilidade, processos gerenciais, em especial os inerentes as questões financeira das empresas.

Nessa perspectiva, as empresas agroindustriais terão como um dos seus principais desafios implementarem nas suas práticas empresariais princípios da gestão de mudanças, uma vez que essas se depararão de maneira cada vez mais frequente com um novo cenário organizacional e mercadológico.

Por fim, os investimentos em tecnologias e sistemas de informações que contribuam para processos mais eficientes e que superem os gargalos operacionais, bem como as barreiras gerenciais enfrentadas na atualidade pelos gestores, devem ser cada vez mais implantados nas propriedades agrícolas, com o intuito de dirimir as consequências de processos de menor desempenho.

5.2 Limitações e Sugestões de Trabalhos Futuros

A principal limitação da pesquisa residiu no fato de não se dispor de dados históricos no que se refere aos custos de pulverização em um formato que proporcionasse a comparação dos ganhos/perdas das operações agrícolas sendo realizadas com monitoramento, e sem monitoramento, para que as condições de análises contassem com uma série de dados mais extensa, sendo que essa limitação é minimizada pelo fato dessa pesquisa contar com uma ampla base de informações e por esta ter sido realizada durante todo o ciclo de uma safra.

Outra limitação da pesquisa residiu na impossibilidade de o pesquisador acompanhar algumas das etapas da implementação e do acompanhamento do sistema de monitoramento, o que foi atenuado pelo número expressivo de horas de campo e vídeo conferência que foram realizadas com a diretoria da empresa.

O fato da empresa não dispor de uma taxa mínima de atratividade definida foi um ponto a ser definido com parâmetros baseados em algumas empresas do mesmo setor, e com atividades similares listadas na B3, cujo objetivos financeiros não são conhecidos, sendo que esses podem estarem em patamares distintos da empresa em análise, o que diminui a precisão da análise.

A indisponibilidade de trabalhos empíricos que tenham realizado análise de investimento de sistema de monitoramento das operações agrícolas na citricultura pela metodologia do fluxo de caixa descontado associado a simulação de Monte Carlo, foi um ponto que não permitiu estabelecer comparativos dos resultados dessa pesquisa com as de outras realidades.

Não obstante, ressalta-se que os resultados encontrados nessa pesquisa se restringem à propriedade agrícola estudada, não podendo ser generalizados, porém podem ser estendidos desde que respeitados as especificidades de cada contexto.

Em tempo, trabalhos futuros poderão ampliar os resultados dessa pesquisa abrangendo outras operações agrícolas na citricultura, como também, em outros eixos do agronegócio, para que se possa obter mais informações e detalhes de como essa tecnologia pode contribuir para as empresas agrícolas.

Não obstante, outras pesquisas poderão verificar a viabilidade econômica de sistemas de monitoramento através de outras técnicas de análise de investimento que não sejam a do VPL associada a simulação de Monte Carlo, a fim de ampliar o leque de possibilidades de avaliação, como a Teoria das Opções Reais (TOR), por exemplo.

Outro ponto a ser explorado em estudos futuros diz respeito a análise de investimento de sistema de monitoramento não apenas com uma safra, mas em realidades que disponha de uma série histórica com mais expressividade para fins de análise dos resultados do sistema de monitoramento por um período maior de tempo. Esses estudos poderão apontar alguns ganhos de eficiência advinda da adoção do sistema de monitoramento, como, por exemplo, reduzir o número de máquinas, e conseqüentemente a mão-de-obra em propriedade com maiores extensão territorial.

Um aspecto a ser identificado na cultura do *citrus*, consiste em verificar se há relação de causalidade entre áreas monitoras e áreas não monitoras com a produção de laranja, para se checar se uma possível redução de custo acontece acompanhada de uma maior produtividade.

Importa, que pesquisas futuras entenda os desafios agrícolas mais consideráveis, entre eles, cabe destaque para os aspecto climáticos, pela sua imprevisibilidade, e por um conjunto de danos que podem causar relacionados as pragas que acomete a cultura do *citrus*.

Como não foi possível nesse trabalho estabelecer o comparativo dos custos de safras passadas com a da safra atual com os mesmos parâmetros, recomenda-se que pesquisas que disponham dessas informações verifiquem em uma série histórica os custos de pulverização das operações agrícolas antes e depois do sistema de monitoramento.

REFERÊNCIAS

- ABENSUR, E. O. Avaliação de risco de crédito com base no modelo MDB, na Teoria de Opções Reais e na Simulação de Monte Carlo. **Revista de Economia e Administração**, v. 9, n. 2, p. 226-246, abr./jun 2010.
- ABREU, P. F. S. P.; STEPHAN, C. **Análise de investimentos**. Rio de Janeiro: Campus, 1982.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à Pesquisa Operacional – Métodos e Modelos para a Análise de Decisão**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Ed., 1989.
- ASCI, S.; VANSICKLE, J. J.; CANTLIFFE, D. J. Risk in Investment Decision Making and Greenhouse Tomato Production Expansion in Florida. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 17, n. 4, p. 1-26, 2014.
- ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- _____. **Finanças Corporativas e Valor**. 7. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2014.
- BANCHI, A. D.; LOPES, J. R. Gerenciamento de Frota: Aspectos sobre gerenciamento de mecanização. **SBEA**, Jaboticabal, v. 1, p. 548-587, 2015.
- BASTIAN-PINTO, C. D. L. et al. Uncertainty and Flexibility in the Brazilian Beef Livestock Sector: the Value of the Confinement Option. **Brazilian Business Review**, Vitória - ES, v. 12, n. 6, p. 100 – 120, 2015.
- BENNOUMA, K.; MEREDITH, G. G.; MARCHANT, T. Improved capital budgeting decision making: evidence from Canada. **Management Decision**, v. 48, n. 2, p. 225 - 247, 2010.
- BERK, J.; DEMARZO, P.; HARFORD, J. **Fundamentos de Finanças Empresariais**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. **The Journal of Political Economy**, v. 81, n. 3, p. 637-654, 1973.
- BLANK, L.; TARQUIN, A. **Engineering Economy**. 6. ed. New York: Mcgraw-Hill, 2005.
- BLOCK, S. Are “Real Options” actually used in the real world? **Engineering Economist**, v. 52, n. 3, p. 255-267, 2007.
- BOEHLJE, M.; GRAY, A. W.; DETRE, J. D. Strategy development in a turbulent business climate: Concepts and methods. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 8, n. 2, p. 21-40, April 2005.
- BRANDÃO, L. E. T. et al. Incentivos Governamentais em Ppp: Uma Análise por Opções Reais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 10-23, jan/ fev 2012.
- BRANDÃO, L. E. T.; DYER, J. S. Projetos de opções reais com incertezas correlacionadas. **BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, São Leopoldo - RS, v. 6, n. 1, p. 19-26, janeiro/abril 2009.
- BRENNAN, M. J.; SCHWARTZ, E. S. Evaluating Natural Resource Investments. **The Journal of Business**, p. 135–157, 1985.

BUARQUE, C. **Avaliação Econômica de Projetos: Uma Apresentação Didática**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

CAI, X.; STIEGERT, K. W. Market Analysis of Ethanol Capacity. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 17, n. 1, p. 83-, 2014.

CAMPOMAR, M. C. Do uso de "estudos de caso" em pesquisas para dissertações e teses em administração. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 95-97, Julho/Setembro 1991.

CAMPOS, T. M. Oportunidades de Negócio no Estrangeiro: Um Estudo Sobre o Processo de Internacionalização de PME Fruticultoras. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 15, n. 2, p. 90-112, mai./ago 2015.

CEPEA. PIB Do Agro Paulista, 2017. Disponível em: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relatorio%20PIBAGRO%20Sao%20Paulo_2016_final\(1\).pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relatorio%20PIBAGRO%20Sao%20Paulo_2016_final(1).pdf)>. Acesso em: 21 Julho 2017.

COPELAND, T. E.; ANTIKAROV, V. **Opções Reais: Um Novo Paradigma para Reinventar a Avaliação de Investimentos**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

CORAIOLA, D. M. et al. Estudo de Caso. In: TAKAHASHI, A. R. W. **Pesquisa Qualitativa em Administração: Fundamentos, Métodos e Usos no Brasil**. São Paulo: Atlas S.A, 2013. Cap. 12.

COSTA, L. D. A.; AZEVEDO, F. P.; SAMANEZ, C. P. 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**, São Paulo, v. 17, n. 57, p. 1246-1263, jul./set 2015.

COX, J.; ROSS, S.; RUBINSTEIN, M. Option pricing: a simplified approach. **Journal of Financial Economics**, v. 7, p. 229-264, 1979.

DAMODARAN, A. **Avaliação de Empresas**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

_____. **Avaliação de Investimentos: Ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 1056 p.

EHRHARDT, M. C.; BRIGHAM, E. F. **Administração financeira: teoria e prática**. 13. ed. [S.l.]: Learning, 2010.

ESCUADERO, L. F. **La simulación en la empresa**. Barraincúa: Deusto, 1973.

FIGUEIREDO, A. **Introdução aos Derivativos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2002.

FRANCISCHETTI, C. E. et al. O uso das opções reais na gestão de projetos: uma análise para aquisição de investimento em um novo equipamento. **Caderno Profissional de Administração – UNIMEP**, v. 4, n. 1, p. 1-15, 2014.

GARCIA, S.; BARROS, N. R.; LUSTOSA, P. R. B. 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. **RCO – Revista de Contabilidade e Organizações**, Ribeirão Preto, v. 4, n. 10, p. 152-173, set.dez 2010.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

_____. **Princípios de administração financeira**. São Paulo: Pearson, 2004.

GUNDERSON, M. A. et al. Analyzing risk and uncertainty of new product marketing: The case of eMerge Interactive and VerifEYE®. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 9, n. 3, p. 1-20, May 2006.

HACHICHA, S.; KAANICHE, L.; ABID, F. Sequential investment and delay: An agribusiness firm case study. **Agricultural Finance Review**, v. 71, n. 2, p. 240 - 258, 2011.

HULL, J. C. **Options, Futures and Other Derivatives**. 6. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2006.

IBGE. Produção Agrícola Municipal 2016. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2017. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000027422109112016210223405721.pdf>>. Acesso em: 21 Julho 2017.

ISIK, M. et al. A Model of Entry-Exit Decisions and Capacity Choice under Demand Uncertainty. **Agricultural Economics**, v. 28, n. 3, p. 215-224, May 2003.

KROPP, J. D.; POWER, G. J. Asset fixity and backward-bending investment demand functions. **Research in International Business and Finance**, v. 38, p. 151–160, 2016.

LIU, J.; SPORLEDER, T. L. Growth-related Measures of Brand Equity Elasticity for Food Firms. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 10, n. 1, p. 1-17, 2007.

LÖBLER, M. L.; LEHNHART, E. D. R.; AVELINO, A. F. A. **Como estão sendo Conduzidos os Estudos De Caso? Uma Reflexão Sobre os Trabalhos Publicados na Área de Administração**. ENANPADE. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2014. p. 1 - 16.

LUNGA, A.; SILVA, J. Q.; MACEDO, M. A. D. S. Análise de viabilidade econômico-financeira de diferentes sistemas de exploração de seringueiras. **Custos e @gronegocio on line**, v. 4, n. 3, p. 98 - 125, Set/Dez 2008.

MACEDO, M. A. D. S.; NARDELLI, P. M. Teoria de opções reais e viabilidade econômico-financeira de projetos agroindustriais: o caso da opção de abandono. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 109-123, 2011.

MAPA. Ministério da Agricultura. **Ministério da Agricultura**, 2016. Disponível em:
<<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/citrus>>. Acesso em: 22 Junho 2016.

MCDONALD, R. L.; SIEGEL, D. R. Investment and the Valuation of Firms When There is an Option to Shut Down. **International Economic Review**, p. 331– 349, June 1985.

MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. **Revista de Educação**, v. 2, n. 2, 2010.

MERTON, R. C. Theory of rational option pricing. **Bell Journal of Economics and Management Science**, v. 4, n. 1, p. 141-183, 1973.

MORAES, L. D. P. et al. Aplicação de técnica de redução de variância no prêmio de opções asiáticas de eletricidade por simulação de Monte Carlo. **Economia e Gestão**, Belo Horizonte, v. 16, n. 43, p. 33 - 50, Abr./Jun 2016.

- MORAIS, A. C. D. P. et al. Análise do Mercado de Trabalho no Agronegócio no Brasil a Partir dos Microdados das PNADs Entre 2002 e 2013. **Informações Econômicas**, v. 45, n. 4, p. 69 - 83, Jul./Ago 2015.
- MUN, J. **Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2002.
- MYERS, S. C. Finance theory and financial strategy. **Midland Corporate Finance Journal**, v. 5, n. 1, p. 6-13, 1987.
- NARDELLI, P. M.; MACEDO, M. A. D. S. Análise de um Projeto Agroindustrial Utilizando a Teoria de Opções Reais: a opção de adiamento. **Revista Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 49, n. 4, p. 941-966, out/dez 2011.
- NEVES, M. F.; KALAKI, R. B. Citricultura: perspectivas para a produção brasileira. **AGROANALYSIS**, p. 26-27, Junho 2015.
- NORONHA, J. C. et al. Opções reais aplicadas à gestão do processo de desenvolvimento de produtos em uma indústria de autopeças. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 21, n. 1, p. 77-94, 2014.
- OLIVEIRA, M. R. G. Simulação de Monte Carlo e Valuation: uma abordagem estocástica. **REGE - Revista de Gestão**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 493-511, Jul–Set 2012.
- OLIVEIRA, R. J. D.; PAMPLONA, E. D. O. A volatilidade de projetos industriais para uso em análise de risco de investimentos. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 19, n. 2, p. 337-345, 2012.
- OZORIO, L. D. M. et al. Reversão à Média com Tendência e Opções Reais na Siderurgia. **Revista Brasileira de Finanças**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 215–241, June 2012.
- PADOVEZE, C. L. **Controladoria: Estratégica e Operacional**. São Paulo: Thomson, 2013.
- PAES, A. R. et al. Modelo de Previsão Econômica Para Tomada de Decisão Em Condições de Risco na Citricultura. **Revista Laranja**, Cordeirópolis, v. 26, n. 2, p. 209-222, 2005.
- PAES, A. R.; ESPERANCINI, M. S. T. Análise de Rentabilidade da Citricultura da Região Sul Paulista, Sob Condição de Risco, em Três Densidade de Plantio. **Engenharia Agrícola**, v. 21, n. 1, p. 18-33, Botucatu 2006.
- PARK, C. S.; HERATH, H. S. B. Exploiting uncertainty: investment opportunities as real options: a new way of thinking in engineering economics. **The Engineering Economist**, v. 45, n. 1, p. 1-36, 2000.
- PAULILLO, L. F.; NEVES, M. C. Análise das estruturas de governança de compra de laranja dos maiores packing houses no Estado de São Paulo: um estudo multicase sobre arranjos híbridos. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 461-478, 2015.
- PINHEIRO, J. L. **Mercado de capitais. Fundamentos e técnicas**. 5°. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- REBELATTO, D. **Projetos de Investimentos. Com Estudo de Caso Completo na Área de Serviços**. Barueri: Manole Ltda, 2004.
- REIS, S. G.; MARTINS, E. Planejamento do balanço bancário: desenvolvimento de um modelo matemático de otimização do retorno econômico ajustado ao risco. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo, v. 15, n. 26, p. 58-80, Maio/Agosto 2001.

- ROCHA, A. B. D. S. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 507-531, abr./jun 2008.
- RODRIGUES, P. H. D. F. et al. Avaliação de empresas start-up por Opções Reais: o caso do setor de biotecnologia. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 20, n. 3, p. 511-523, 2013.
- RODRIGUES, R. B. et al. Opção de Troca de Produto na Indústria de Fertilizantes. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 129-140, abr./maio/jun 2015.
- ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. **Princípios de administração financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SAMANEZ, C. P. et al. Evaluating the economy embedded in the brazilian ethanol-gasoline flex-fuel car: A real options approach. **Applied Economics**, v. 46, n. 14, p. 1565-1581, 2014.
- SAMEH, B. H.; KAANICHE, L.; ABID, F. Sequential Investment and Delay: An Agribusiness Firm Case Study. **Agricultural Finance Review**, v. 71, n. 2, p. 240-258, August 2011.
- SANTOS, D. F. L.; JURCA, F. L. Analysis of investment in feedlot cattle in the central-western Brazil: a case study. **Custos e Agronegócio**, v. 9, n. 4, p. 129-161, Oct/Dec. 2013.
- SAURIN, V.; JUNIOR, N. C. A. D. C.; ZILIO, A. D. C. S. Estudo dos modelos de avaliação de empresas com base na metodologia do fluxo de caixa descontado: estudo de caso. **Revista de Ciências da Administração**, Florianópolis, v. 9, n. 18, p. 123-148, mai./ago 2007.
- SILVA, E. L. D.; FERREIRA, M. A. M.; MONTEIRO, D. A. A. Viabilidade financeira da produção de feijão em sistema automatizado de irrigação por miniaspersão. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 290-302, 2011.
- SIMÕES, D.; CABRAL, A. C.; OLIVEIRA, P. A. D. Citriculture economic and financial evaluation under conditions of uncertainty. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 4, Oct/Dec 2015.
- SIMÕES, D.; SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 91-100, 2012.
- SOUZA, J. C. F.; SANTOS, P. H. D.; ANDRADE, V. M. M. D. Uso Do Value-At-Risk (Var) Para Mensuração De Risco Em Fundos De Investimento De Renda Fixa A Partir Do Modelo Delta-Normal E Simulação De Monte Carlo. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 60-77, jan./abr. 2017.
- STIEGERT, K. W.; HERTEL, T. W. Optimal Capacity in the Anhydrous Ammonia Industry. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 79, n. 4, p. 1096-1107, November 1997.
- STOUT, D. E. et al. Incorporating real-options analysis into the accounting curriculum. **Journal of Accounting Education**, v. 26, n. 4, p. 213-230, 2008.
- TOLEDO, A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A. Quality of cut and basecutter blade configuration for the mechanized harvest of green sugarcane. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 6, p. 384-389, 2013.
- TRIGEORGIS, L.; MASON, S. P. Valuing managerial flexibility. **Midland Corporate Finance Journal**, v. 5, n. 1, p. 14-21, 1987.

ZILLI, J. B.; BARROS, G. S. D. C.; BOGONI, N. M. Precificação de terras de propriedades rurais em Cascavel - PR: uma análise das opções reais. **Teoria e Evidência Econômica**, v. 18, n. 38, p. 34-60, jan./jun 2012.