

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

LEONIR VILANI

PROPOSTA DE UM *FRAMEWORK* PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE
ECONÔMICA DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS
AGROPECUÁRIOS

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO
2020

LEONIR VILANI

**PROPOSTA DE UM *FRAMEWORK* PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE
ECONÔMICA DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS
AGROPECUÁRIOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco.

Orientador: Prof. Dr. José Donizetti de Lima

PATO BRANCO

2020

V696p Vilani, Leonir.

Proposta de uma framework para análise de viabilidade econômica de projetos de investimento agropecuário / Leonir Vilani. – 2020.
93 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. José Donizetti de Lima
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.
Pato Branco, PR, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Agroindústria. 2. Investimento - Análise. 3. Estudos de viabilidade. 4. Framework (Arquivo de computador). 5. Métodos de simulação. I. Lima, José Donizetti, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. III. Título.

CDD 22. ed. 670.42

Ficha Catalográfica elaborada por Suélem
Belmudes Cardoso CRB9/1630
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco



TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 60

A Dissertação de Mestrado intitulada “**Proposta de um framework para análise de viabilidade econômica de projetos de investimentos agropecuários**”, defendida em sessão pública pelo candidato **Leonir Vilani**, no dia 19 de fevereiro de 2020, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, área de concentração Gestão dos Sistemas Produtivos, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. José Donizetti de Lima - Presidente - UTFPR

Prof. Dr. Antonio Zanin - UNOCHAPECÓ

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin – UTFPR

Pato Branco, 06 de abril de 2020.

FERNANDO JOSÉ AVANCINI SCHENATTO

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas



Documento assinado eletronicamente por **FERNANDO JOSE AVANCINI SCHENATTO, COORDENADOR(A) DE CURSO/PROGRAMA**, em 06/04/2020, às 14:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.uVpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?cao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1397727** e o código CRC **270454BD**.

Dedico esta dissertação a meus pais e em especial a minha esposa Francieli, por me encorajar e acreditar que isso seria possível.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus, que permitiu concluir mais essa etapa de minha vida, sempre me guiando e concedendo saúde.

Agradeço imensamente ao meu orientador, Prof. Dr. José Donizetti de Lima, pela confiança, ensinamentos, persistência e paciência comigo.

Agradecimento aos professores da UTFPR, aos professores do PPGEPS, a coordenação e a secretária do curso Adriani Edith Michelin, que sempre estiveram dispostos a ajudar quando necessário.

Agradecimento a banca avaliadora: Prof. Dr. Antonio Zanin e Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin, por contribuírem significativamente na qualidade desta dissertação.

Agradeço a meus pais e minha esposa, por ter me incentivado, apoiado e compreendido os momentos que estive ausente e dediquei a essa atividade.

Agradeço aos colegas de mestrado, a troca de informações e ideias foi fundamental na construção desta dissertação.

A todos que de alguma maneira contribuíram para a conclusão desta dissertação.

VILANI, Leonir; **PROPOSTA DE UM FRAMEWORK PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS AGROPECUÁRIO**. 2020, p. 93. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – PR.

RESUMO

Nos últimos 25 anos, as transformações no agronegócio foram expressivas. A área plantada teve um aumento de 58%, passando de 38,5 milhões de ha em 1991 para 60,7 milhões de ha em 2017. Já a produção passou de 68,4 milhões de toneladas em 1991 para 238,2 milhões de toneladas em 2017, representando um aumento de 248%. Observando as características do setor agropecuário, identifica-se que a variabilidade é uma preponderante. Isso torna notória a dificuldade em escolher a forma de avaliar os Projetos de Investimentos Agropecuário (PIA). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um *framework* para auxiliar a análise de Viabilidade Econômica (VE) de PIA, incorporando as especificidades e complexidades de cada projeto. A construção do *framework*, se deu a partir da análise dos resultados da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e dos estudos correlatos ao tema, sendo possível identificar as principais especificidades e complexidades dos PIA. Com essas informações, buscou-se a melhor metodologia ou abordagem de análise de VE de PI que considere cada uma das especificidades e complexidades. O *framework* foi utilizado em estudos de caso, a fim de ilustrar sua funcionalidade, identificando vantagens e limitações. O primeiro PIA analisado foi a substituição de um equipamento utilizado na produção de leite, analisando a implantação de uma ordenhadeira com mais tecnologia. Com a aplicação do *framework*, os resultados foram satisfatórios, apresentando retorno de nível alto e riscos de nível médio. Assim, sugere-se a implantação do PIA, pois os resultados o apresentam como economicamente viável. O segundo projeto é a produção de noz-pecã. Após a aplicação do *framework*, conclui-se que essa produção é economicamente viável, apresentando alto retorno e baixos riscos. O terceiro estudo de caso analisado, foi a implantação de um Sistema Agroflorestal (SAF), em uma propriedade rural de grande porte. A presença de incertezas e Flexibilidades Gerenciais (FG), fez com que o *framework* direcionasse a análise para o uso da Teoria das Opções Reais (TOR). A análise de VE apresentou resultados positivos, mesmo submetendo o Valor Presente Líquido (VPL) a situações de riscos. Verificou-se que as informações geradas nas análises desenvolvidas com o uso do *framework* foram suficientes para auxílio na tomada de decisão. A contribuição principal do *framework* é apresentar uma sequência, que pode ser definida como um direcionamento, para a realização da análise de VE de PIA. Desta forma, usuários que não dominam as técnicas de análise, podem estruturar estudos e utilizar a metodologia adequada para cada projeto.

Palavras-chave: Agronegócio; Projeto de Investimentos Agropecuário; Viabilidade Econômica; *Framework*; Simulação de Monte Carlo; Teoria das Opções Reais.

VILANI, Leonir, PROPOSAL OF A FRAMEWORK FOR ECONOMIC FEASIBILITY ANALYSIS OF AGRICULTURAL INVESTMENTS PROJECTS. 2020, p. 93. Dissertation (Master's Degree in Production Engineering and Systems) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - PR.

ABSTRACT

Over the past 25 years, changes in agribusiness have been significant. The planted area had an increase of 58%, going from 38.5 million ha in 1991 to 60.7 million ha in 2017. The production went from 68.4 million tons in 1991 to 238.2 million tons in 2017, representing an increase of 248%. Observing the characteristics of the agricultural sector, it is identified that the variability of events is a preponderant. This makes it notoriously difficult to choose how to evaluate Agricultural Investment Projects (PIA). In this context, the objective of this work was to develop a framework to support the analysis of the Economic Viability (VE) of PIA, incorporating the specificities and complexities of each project. The framework was built based on the analysis of the results of the Systematic Literature Review (RSL) and studies related to the theme, where it was possible to identify the main specificities and complexities of the PIA. With this information, we sought the best methodology or technique for analyzing VE of PI that considers each of the specificities and complexities. The framework was used in case studies to illustrate its functionality, identifying advantages and limitations. The first PIA analyzed was the replacement of an equipment used in milk production, analyzing the implementation of a milking machine with more technology. With the application of the framework, the results were satisfactory, presenting high level return and medium level risks. Thus, the implementation of the PIA is suggested, as the results present it as economically viable. The second project is the production of pecan nut. After the application of the framework, it is concluded that this production is economically viable, presenting high returns and low risks. The third case study analyzed was the implementation of an Agroforestry System (SAF), in a large rural property. The presence of uncertainties and Management Flexibilities (FG), led the framework to direct the analysis to the use of the Real Options Theory (TOR). The EV analysis showed positive results, even submitting the Net Present Value (VPL) to risk situations. It was verified that the information generated in the analyses developed using the framework was sufficient to assist in decision making. The main contribution of the framework is to present a sequence, which can be defined as a guideline, for performing the VE analysis of PIA. In this way, users who do not master the analysis techniques can structure studies and use the appropriate methodologies for each project.

Keywords: Agribusiness; Agricultural Investment Project; Economic Viability; Framework; Monte Carlo Simulation; Real Options Theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura da dissertação	19
Figura 2 – Espectro de validade da decisão	26
Figura 3 – Modelo binomial	34
Figura 4 – Processos de construção do Portfólio Bibliográfico.....	44
Figura 5 – Publicações por ano.....	45
Figura 6 – Publicações por autor.....	46
Figura 7 – Publicações por Periódico.....	47
Figura 8 – Ano e autores dos artigos do portfólio bibliográfico.....	48
Figura 9 – Associação das características dos PIA com as características das metodologias e abordagens de análise de VE	53
Figura 10 - <i>Framework</i> para identificar a forma mais adequada de avaliar a VE de um PIA	57
Figura 11 – <i>Outputs</i> da análise de VE de PIA.....	59
Figura 12- Sala de ordenha atual do Sítio Vilani	61
Figura 13 - Sala de ordenha estrutura de contenção	62
Figura 14 – Distribuição de Probabilidades do VPL Recursos Próprios	68
Figura 15 – Distribuição de Probabilidades do VPL Financiamento + TMA	68
Figura 16 – Árvore Binomial de Opções Reais do projeto de implantação de um SAF	77
Figura 17 – Árvore Binomial de Opções Reais da expansão da área de plantio de eucalipto – Opção Americana	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Artigos recentes que aplicaram TOR no agronegócio	36
Tabela 2: Distribuição de probabilidades para análise estocástica via SMC.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variáveis básicas – Opções financeiras versus opções reais	33
Quadro 2 – Resultado dos indicadores de análise pela MMIA	64
Quadro 3 - Probabilidades segundo a SMC para Recursos Próprios e Financiamento+TMA	69
Quadro 4 – <i>Value at Risk (VaR)</i> e <i>Conditional Value at Risk (CVaR)</i>	69

LISTA DE SIGLAS

APPS	Áreas de Preservação Permanente
ARLS	Áreas de Reserva Legal
AS	Análise de Sensibilidade
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CMP	Custo Médio de Produção
CMPC	Custo Médio Ponderado de Capital
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
EDP	Equações Diferenciais Parciais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EVA	Valor Econômico Agregado
FC	Fluxo de Caixa
FC ₀	Investimento Inicial ou FC no Momento Zero
FCDA	FC Descapitalizado e Acumulado até o período m
FC _j	FC estimado para o período j
FG	Flexibilidades Gerenciais
GCR	Grau de Comprometimento da Receita
IBC	Índice de Benefício/Custo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
j	Período
LE	Limites de Elasticidade
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MMIA	Metodologia Multi-Índice Ampliada
N	Horizonte de Planejamento
OR	Opções Reais
PE	Ponto de Equilíbrio
PI	Projeto de Investimento
PIA	Projetos de Investimentos Agropecuário
PIB	Produto Interno Bruto
RG	Risco de Gestão
RN	Risco do Negócio
ROIA	Retorno Adicional sobre o Investimento
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SAFARA	Sistemas Agroflorestais Biodiversos: Produção de Alimentos, Geração de Renda e Recuperação Ambiental
SAFS	Sistemas Agroflorestais
\$AVEPI®	Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento
SMC	Simulação de Monte Carlo
TIR	Taxa Interna de Retorno
TJLP	Taxa de Juros a Longo Prazo
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
TOR	Teoria das Opções Reais
VE	Viabilidade Econômica
VET	Valor Esperado da Terra
VL	Valores-Limites
VP	Valor Presente
VPL	Valor Presente Líquido
VPLA	Valor Presente Líquido Anualizado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	14
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	15
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	16
1.3.1 Objetivo Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 JUSTIFICATIVA.....	16
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	17
1.6 ESTRUTURA GERAL DA DISSERTAÇÃO.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 PROJETOS DE INVESTIMENTOS AGROPECUÁRIO	20
2.2 FORMAS DE ANÁLISE DE PROJETOS DE INVESTIMENTO.....	21
2.2.1 Definição da Taxa Mínima de Atratividade – TMA	22
2.2.2 Métodos de Análise de Investimentos.....	23
2.2.3 Técnicas de Análise de Investimentos	28
2.2.4 Metodologias e Abordagens de Análise de Investimentos	30
2.2.4.1 Metodologia Multi-Índice (MMI) e Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA).....	30
2.2.4.2 Teoria das Opções Reais - TOR.....	31
2.3 ESTUDOS CORRELATOS	36
2.4 METODOLOGIA PARA DEFINIR A ESTRUTURA CONCEITUAL-TEÓRICA ...	42
2.4.1 Análise Bibliométrica	45
2.4.2 Análise de conteúdo	47
3 METODOLOGIA	51
3.1 CONSTRUÇÃO DO <i>FRAMEWORK</i>	51
3.2 ESCOLHA DOS ESTUDOS DE CASO PARA AVALIAR A SUA APLICABILIDADE	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1 PROPOSIÇÃO DO <i>FRAMEWORK</i>	56
4.2 <i>OUTPUTS</i> DA ANÁLISE DE VE DE PIA	58
4.3 ESTUDOS DE CASO.....	60

4.3.1 Substituição de equipamento	60
4.3.2 Implantação de uma nova atividade	65
4.3.3 Implantação de um sistema agroflorestal	70
4.4 DISCUSSÃO DAS VANTAGENS E LIMITAÇÕES DO FRAMEWORK	79
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
6 REFERÊNCIAS.....	84

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo estão contextualizados aspectos do agronegócio, setor agropecuário e apresentados os conceitos básicos para desenvolvimento da análise de VE de Projetos de Investimentos Agropecuário (PIA). A partir disso, estão apresentadas as lacunas encontradas nesse contexto, gerando uma problemática. Assim, estabelece-se os objetivos, apresenta-se a justificativa deste estudo e a delimitação da pesquisa. Ao final desse capítulo está apresentada a estrutura da dissertação.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro apresenta um crescimento de 1% no acumulado de janeiro a setembro de 2019 (IBGE, 2019). Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), o PIB do agronegócio brasileiro cresceu 1,38% no acumulado de janeiro a agosto de 2019 (CEPEA, 2019c).

Em 2018, o PIB nacional apresentou um crescimento de 1,1% totalizando cerca de R\$ 6,8 trilhões. A agropecuária se manteve praticamente estável, com variação de 0,1% em relação a 2017, sendo responsável por 21,1% do PIB nacional, com valores de R\$ 1,4 trilhão, atingindo o segundo ano consecutivo de crescimento, após dois anos de retração (IBGE, 2019).

A população ocupada em atividades relacionadas ao agronegócio brasileiro foi de 18,2 milhões de pessoas em 2018. Esse número sofreu uma leve baixa das 18,23 milhões de pessoas registradas no setor em 2017. Percentualmente, pode-se considerar como estável a empregabilidade do setor, com variação de -0,14% em relação a 2017. O número de indivíduos ocupados no país apresentou um aumento de 1,46% em 2018, chegando a 91,86 milhões de pessoas, de modo que a participação do agronegócio na População Economicamente Ativa (PEA) ocupada foi de 19,82% (CEPEA, 2019a).

Cabe esclarecer alguns conceitos básicos do setor agrícola, para facilitar a compreensão de ideias contidas nesse trabalho. Existe uma representativa diferença entre agropecuária e agronegócio. Enquanto a agropecuária está ligada com as atividades realizadas no âmbito da propriedade rural, o agronegócio abrange toda a cadeia produtiva (FEE, 2015).

O agronegócio, envolve as atividades realizadas antes da porteira (produção e fornecimento de insumos, máquinas, equipamentos e serviços especializados), dentro da porteira (preparo e manejo do solo, tratos culturais, irrigação, colheita e criação animal) e depois da porteira (transporte, armazenagem, industrialização, distribuição e comercialização da produção). A agropecuária pode ser definida como as atividades realizadas dentro da porteira (FEE, 2015).

A agropecuária engloba as atividades Agricultura, Pecuária, Silvicultura e exploração vegetal e Pesca. Junto com o extrativismo, a agropecuária constitui o setor primário da economia responsável pelo fornecimento de um amplo conjunto de matérias-primas e produtos (FEE, 2015).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Para desenvolver uma análise de Viabilidade Econômica (VE) de um Projeto de Investimentos Agropecuário (PIA) existem vários métodos, técnicas, metodologias e abordagens. A aplicação desses mecanismos de análise já é conhecida, tendo em vista o elevado número de trabalhos científicos que apresentam essa discussão.

A partir do momento que são conhecidas as características do PIA é necessário escolher o modo de desenvolvimento da análise, respeitando a sua complexidade (incertezas e flexibilidades gerenciais). Assim, torna-se notória a dificuldade em escolher a forma de avaliar um PIA. A partir dessas considerações, define-se a seguinte problemática a ser elucidada a partir do questionamento: **Como identificar uma forma adequada de avaliar economicamente um PIA considerando suas especificidades e complexidades?**

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Nessa subseção, apresentam-se o objetivo geral e os objetivos específicos trabalhados no decorrer da pesquisa.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da presente pesquisa é desenvolver um *framework* para auxiliar a análise de Viabilidade Econômica (VE) de Projetos de Investimentos Agropecuário (PIA), que contenham adequabilidade técnica, incorporando suas especificidades e complexidades (incertezas e flexibilidade gerenciais).

1.3.2 Objetivos Específicos

Para esse estudo, os objetivos específicos definidos foram:

- I. Identificar as principais necessidades e características dos PIA, para conseguir estabelecer qual a melhor forma de análise.
- II. Verificar as influências e dificuldades de avaliar um PIA.
- III. Testar o *framework* proposto em estudos de caso, a fim de ilustrar a sua aplicabilidade.

1.4 JUSTIFICATIVA

Nos últimos 25 anos, as transformações no agronegócio foram expressivas. A área plantada teve um aumento de 58%, passando de 38,5 milhões de ha em 1991 para 60,7 milhões de ha em 2017. Já a produção passou

de 68,4 milhões de toneladas em 1991 para 238,2 milhões de toneladas em 2017, representando um aumento de 248%. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017), o aumento da produtividade, na ordem de 121% (de 1,78 a 3,92 toneladas/ha), é consequência dos investimentos em tecnologia e crédito rural.

Para Wanderley, Silva e Leal (2012), o segmento agropecuário brasileiro, nas três últimas décadas, vem aumentando os ganhos na produtividade e melhorando seu desempenho geral. Diante disso, torna-se indispensável a busca pela eficiência na gestão das empresas do setor. Uma das ferramentas auxiliares nesse processo é a análise de desempenho econômico-financeiro, a qual permite uma avaliação das atividades passadas da empresa, facilitando a construção de um planejamento para ações futuras.

Segundo Lopes *et al.* (2009), o empresário do agronegócio precisa considerar as informações como um insumo essencial para a gestão. Deve conhecer o seu sistema produtivo, os custos de produção e a cadeia produtiva na qual ele está inserido. Além disso, é necessário refazer continuamente as análises financeiras das atividades, supondo diversas configurações produtivas, visando facilitar a tomada de decisões.

Para Giroto, Oliveira e Lima (2016), os PIA têm suas peculiaridades, na escolha por culturas temporárias, como milho e soja, ou permanente, como eucalipto e a noqueira-pecã. Nesse contexto, é preciso analisar o tempo de retorno, o valor investido e os riscos atrelados a cada cultura, respeitando suas especificidades.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Essa pesquisa limita-se a propor um *framework* para análise de VE de PIA que contenham adequabilidade técnica, incorporando as especificidades e complexidades de cada PIA. Porém, é necessário considerar que para a escolha da melhor abordagem de análise de um PIA, o usuário do *framework* precisa

possuir conhecimentos básicos de análise de VE, e conhecimento técnico do projeto a ser analisado.

É importante destacar, que o *framework* proposto nesse trabalho, é uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão, sendo de responsabilidade e livre escolha do interessado em fazer o investimento em um PIA, ou mesmo não fazer ou adiar o investimento. Os resultados apresentados na análise de VE realizada com o auxílio do *framework* para a tomada de decisão, carecem fundamentalmente de conhecimentos e experiências do interessado, ou de ser assessorado por especialista.

A principal limitação deste trabalho está na adequabilidade técnica dos PIA a serem avaliados com *framework* proposto. As especificidades técnicas de cada projeto, devem ser avaliadas e aprovadas antes do mesmo entrar no processo de análise via apoio do *framework*. Os casos que possuam problemas técnicos, não devem ser executados, assim não à necessidade de uma análise de VE. Esta limitação é justificada pelo fato de que o foco da pesquisa é econômico, para atingir um número maior de projetos.

1.6 ESTRUTURA GERAL DA DISSERTAÇÃO

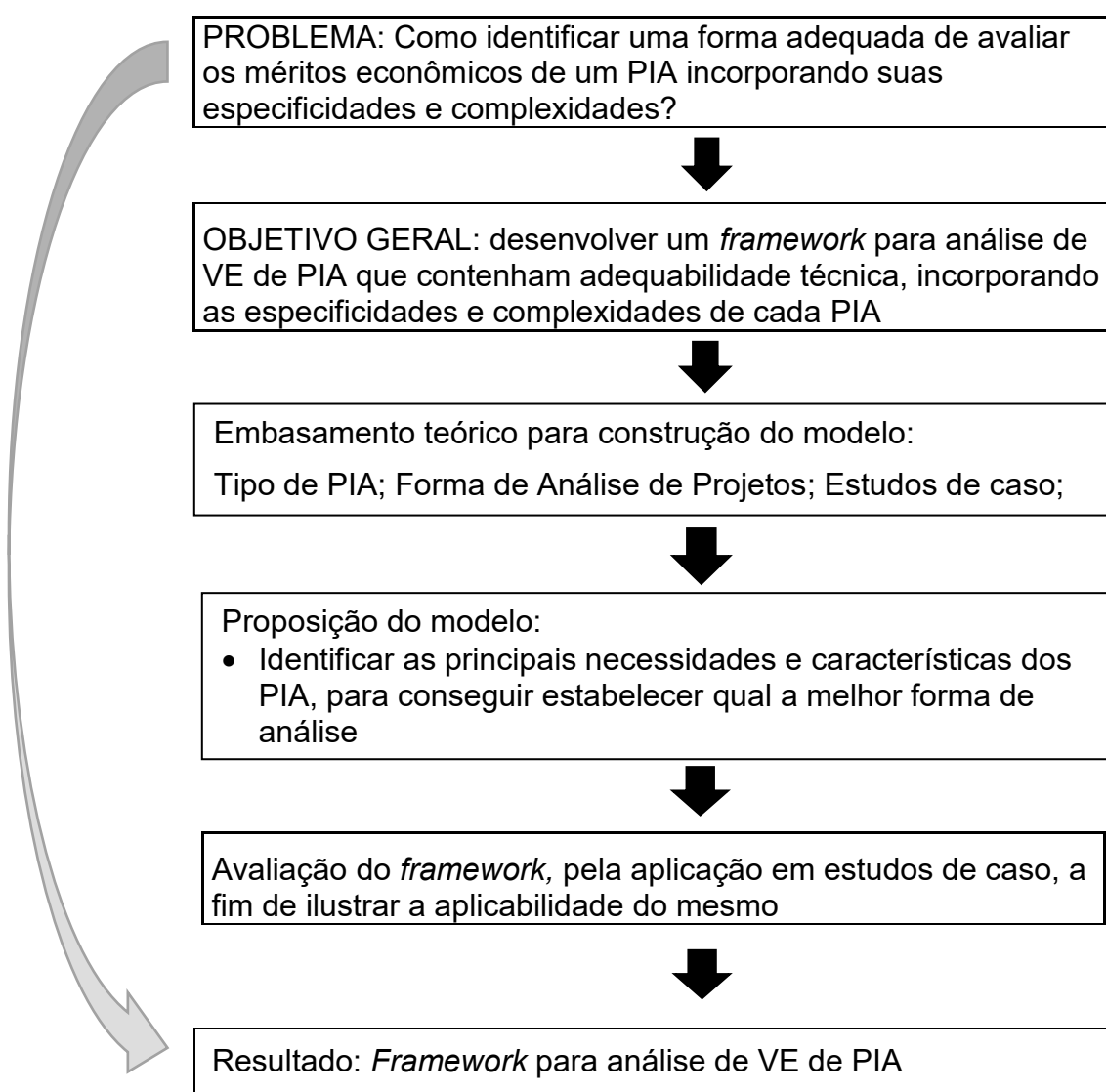
A presente dissertação tem seu conteúdo dividido em cinco capítulos, para melhor entendimento e organização dos assuntos. No primeiro capítulo, apresenta-se uma contextualização, discorrendo sobre o agronegócio e os seus principais problemas e características. Na sequência são apresentados o problema de pesquisa, os objetos da pesquisa, a justificativa para a escolha do tema, e a delimitação da pesquisa. Ao capítulo 2, compete a apresentação do “Referencial Teórico”, que trata dos principais conceitos referentes à análise de VE de PIA, os tipos de investimentos agropecuários e a forma de avaliação.

No capítulo 3 (metodologia) são descritos os métodos utilizados na pesquisa, divididos em três etapas: o método para definir a estrutura conceitual teórica (análise bibliométrica e de conteúdo); a construção do *framework*; e a escolha dos estudos de caso. No capítulo 4 “Resultados e Discussão”, serão

apresentados os resultados obtidos na aplicação do *framework* em estudos de caso.

No capítulo 5, “Conclusões” serão apresentadas as considerações finais sobre a pesquisa. Por fim, estão as referências, apêndices e anexos. A estrutura da dissertação pode ser visualizada na Figura 1, na qual estão descritas as etapas do desenvolvimento desse estudo.

Figura 1 – Estrutura da dissertação



Fonte: Elaborada pelo autor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esse capítulo está dividido em quatro seções. A primeira fará a apresentação dos tipos de PIA. A segunda seção apresentará os principais conceitos sobre a definição da Taxa Mínima de Atratividade (TMA), os métodos, as técnicas, as metodologias e abordagens de análise de VE de PIA. Também está apresentada uma discussão sobre o uso MMI, MMIA da TOR, suas peculiaridades com relação a definição da volatilidade e taxa livre de riscos, além das suas aplicações na avaliação de projetos do agronegócio. A terceira e apresenta alguns estudos correlatos ao tema e a quarta e última seção apresenta uma estrutura conceitual teórica sobre os assuntos que compreendem esse estudo, que foi construída por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL).

2.1 PROJETOS DE INVESTIMENTOS AGROPECUÁRIO

A competitividade no setor agrícola, fez com que surgissem sistemas de produção agrícola. A agricultura orgânica tornou-se recorrente na pauta de produtos de vários países. Isso fez com que não só Ásia, Europa e América do Norte ampliassem seus segmentos de produção e consumo, mas também que vários países da América Latina e Oceania evoluíssem nessa direção, em busca de novas oportunidades de mercado (WILLER; YUSSEFI, 2001).

A substituição de equipamentos agrícolas é um tipo de investimento comum no setor agropecuário. Com novas tendências e novas tecnologias, essa substituição é cada vez mais frequente. Segundo Pini e Goncalves (2017), a aquisição dos equipamentos se justifica pela obsolescência do maquinário utilizado nas propriedades.

A substituição de equipamentos está relacionada com o problema de baixa de alguns equipamentos e aquisição de novos, levando em conta a

natureza e a evolução tecnológica. Existem também alguns modelos de substituições (STORTTE; JACOMETTI, 2016):

- a) Baixa sem reposição, acontece quando os custos de operação de um equipamento já superaram as suas receitas. Nesse caso, é calculado o Valor Presente Líquido (VPL) e é possível que em alguns períodos se encontre o $VPL < 0$;
- b) Substituição idêntica, acontece quando os efeitos tecnológicos impactam para reduzir a vida útil do equipamento. O impacto maior é ocasionado pelo aumento dos custos de manutenção;
- c) Substituição não idêntica, acontece quando há a troca de um equipamento por outro desafiante. Assim, ocorrem duas decisões: a necessidade da troca e quando deverá ocorrer; e
- d) Substituição com progresso tecnológico, consiste na substituição para aperfeiçoamento dos equipamentos, comparando os custos do equipamento atual com os custos que serão gerados pelo novo equipamento.

2.2 FORMAS DE ANÁLISE DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS

Antes de iniciar qualquer investimento, é necessário um estudo sobre o cenário e a elaboração de um Projeto de Investimento (PI). Com a utilização de instrumentos de análise de investimentos busca-se uma solução eficaz para uma decisão rentável com conhecimento e controle do nível de risco envolvido. Para isso, é fundamental possuir o domínio de determinados indicadores para estruturar um modelo que proporcione resultados determinantes (MOTTA; CALÔBA, 2002).

De forma geral, a análise de PI deve começar com a coleta de dados com relação a estimativa do investimento inicial. Em seguida, determina-se a projeção dos custos de produção. A próxima etapa é o levantamento dos custos de manutenção do projeto e a previsão de receitas. Por fim, estima-se a expectativa de retorno e os riscos associados ao projeto (RASOTO *et al.*, 2012; LIMA *et al.*, 2015).

Analisar a VE de PI, é avaliar orçamentos de capital, para prever qual será o retorno em um determinado período de tempo, qual o período de pagamento do projeto ou qual será o tempo de retorno do mesmo (LEFLEY, 1996).

2.2.1 Definição da Taxa Mínima de Atratividade – TMA

Para exercer uma tomada de decisões segura é necessário conhecer com precisão o custo de capital. Para alcançar o objetivo de maximizar o VPL, a rentabilidade oferecida pelas receitas líquidas, com relação aos desembolsos, deve ser maior que o custo de capital dos recursos investidos. Desta forma, o VPL deve ser maior que o valor do capital investido aplicado a uma taxa representativa de custo de capital (ASSAF; LIMA; ARAÚJO, 2008).

Não existe um consenso a respeito de qual é a TMA mais adequada. Ela pode ser a utilizada nas aplicações financeiras de baixo risco, denominada como taxa livre de risco, ou quase livre de risco, como pode ser o custo médio ponderado do capital da empresa, entre outras formas de se definir o que é denominada de TMA do investimento. A TMA é apenas um dado na discussão teórica, já nos cálculos de custo de capital a definição da TMA pode ser complexa e exigir tempo, principalmente nas grandes organizações (SOUZA; CLEMENTE; 2012; HARZER *et al.*, 2014).

Segundo Souza e Clemente (2012), a TMA deve ser a melhor taxa, com maior rentabilidade, alta liquidez e baixo nível de risco, disponível para aplicação do capital. Assim, essa escolha deve ser compatível com o perfil do investidor. Dessa forma, a rentabilidade será estabelecida com base no ganho além daquilo que já se tem. Esse conceito é denominado pelos economistas como lucro residual ou ganho adicional. Atualmente, uma nova definição foi estabelecida para esse conceito: Valor Econômico Adicionado (*Economic Value Added – EVA*) (KREUZ *et al.*, 2005).

Para definir a TMA, a metodologia clássica, incrementa um *spread*¹ à taxa livre de risco para obter o nível de risco a ser considerado em um PI. Esse incremento deve ser proporcional ao risco, ou seja, quanto maior o risco de prejuízos financeiros de um PI, maior o adicional a ser considerado na taxa livre de risco. Essa definição, além de arbitrária, tem características determinísticas, no qual o risco permanecerá inalterado ao longo da vida útil do PI, o que não é verdadeiro, pois esse risco sofre variações ao longo do ciclo de vida do PI (HARZER *et al.*, 2014).

A opção do custo de capital pode ser a melhor TMA na avaliação de PI, apesar de suas limitações. Dessa forma, o investidor pode optar por obter o custo de capital como TMA. Assim, é possível destacar algumas questões que devem ser observadas quando é adotado o custo de capital como TMA na análise de PI: (i) empresas com diversos investimentos podem ter dificuldades para utilizar o Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC) global, o ideal seria utilizar o CMPC do PI específico; (ii) quando é utilizado o CMPC global deve-se considerar os riscos ajustados a cada projeto; (iii) o custo de agência ou conflito de interesses entre acionistas e diretores; (iv) limitações para identificar e mensurar o custo de capital; (v) considerar os valores contábeis pode ser uma dificuldade, sendo que PI consideram valores de mercado e não fatos passados; e (vi) a definição de uma estrutura ótima ou alvo de capital. Para uma eficiente tomada de decisão em um PI é fundamental uma apropriada seleção da TMA. A importância da TMA deve-se ao fato de ser a decisão entre investir ou financiar (SCHROEDER *et al.*, 2005).

2.2.2 Métodos de Análise de Investimentos

Dentre os métodos mais utilizados para a análise de PI estão os métodos de Fluxo de Caixa Descontado (FCD), como o VPL, Valor Presente Líquido

¹ Diferença vigente entre o menor dos preços de oferta e o maior dos preços de demanda de um bem ou ativo (HARZER *et al.*, 2014).

Anualizado (VPLA), TIR, Índice de Benefício/Custo (IBC), Retorno Adicional sobre o Investimento (ROIA) e *Payback*. O VPL é considerado o valor atual de um investimento, calculado a partir dos custos e das receitas futuras, descontados a uma TMA definida previamente. Dessa forma, o VPL considera o valor do capital no tempo, ou seja, calcula o valor do ativo no passado, presente ou futuro (GITMAN, 2010).

Quando calculado o VPL, já é possível ter uma posição sobre a VE do PI, se o resultado for superior a zero o PI é considerado economicamente viável. Por ser de fácil aplicação e interpretação dos resultados, o VPL é o método mais adotado por empresas. Ele considera e avalia, dentre alternativas disponíveis, quais são viáveis e qual a mais rentável, mas não permite a comparação entre investimentos com horizonte de planejamento diferentes (COPELAND; ANTIKAROV, 2002; SOUZA; CLEMENTE, 2012). O VPL pode ser calculado com a Equação 1.

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+TMA)^j} - |FC_0| \quad (1)$$

Em que:

j : período;

n : Horizonte de planejamento;

FC_0 : Investimento Inicial ou FC no momento zero;

FC_j : FC estimado para o período j ; e

TMA : Taxa Mínima de Atratividade.

Outro indicador importante é o VPLA, que apresenta uma solução para uma das fragilidades do VPL, pois seu resultado representa o ganho do PI distribuídos em valores equivalentes, por período de tempo. Assim, é possível comparar PI com horizontes de planejamento distintos. A deficiência tanto do VPL como do VPLA é apresentar os resultados em valores monetários absolutos

e não relativos como é usual no mercado (KREUZ *et al.*, 2005). Para o cálculo do VPLA pode-se utilizar a Equação 2.

$$VPLA = VPL \cdot TMA \cdot \frac{(1+TMA)^n}{(1+TMA)^{n-1}} \quad (2)$$

Em que:

n : Horizonte de planejamento;

VPL: Valor Presente Líquido; e

TMA : Taxa Mínima de Atratividade.

Ainda dentro dos indicadores, tem-se a TIR, que é considerada por muitos autores como uma taxa de retorno, mas Souza e Clemente (2012), consideram esse método como um indicador de risco. A TIR é a taxa que anula o VPL, e define um limite para a variação da TMA. Enquanto a TIR permanecer maior que a TMA é esperado um retorno maior no PI do que se aplicado o capital à remuneração pela TMA. Dessa forma, a proximidade da TIR com a TMA, pode representar um risco para o PI. Segundo Harzer (2015), a TIR informa apenas o retorno máximo que o projeto pode obter caso fosse possível reinvestir todos os Fluxos de Caixa (FC) com taxas iguais à TIR do PI. A Equação 3 apresenta o cálculo da TIR.

$$\sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+TMA)^j} - |FC_0| = 0 \quad (3)$$

Em que:

j : período;

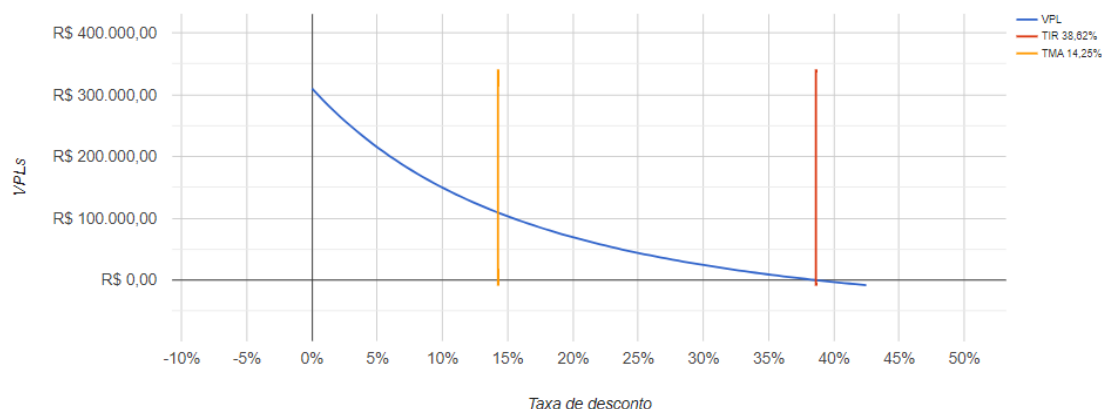
n : Horizonte de planejamento;

FC_0 : Investimento Inicial ou FC no momento zero; e

FC_j : FC estimado para o período j .

A Figura 02 apresenta um espectro de validade da decisão com valores do VPL do projeto para diferentes TMA. Além disso, destaca-se a TIR, a TMA e a distância entre elas.

Figura 2 – Espectro de validade da decisão



Fonte: Elaborada pelo autor no \$AVEPI®.

Outro indicador que contribui na análise é o IBC, que também é conhecido por Índice de Lucratividade (IL). O IBC é uma medida de quanto se espera ganhar por unidade de capital investido, em termos presentes. A proposta do IBC é o cálculo dos recursos gerados por um PI ao longo da sua vida útil, reinvestidos à TMA estabelecida (SOUZA; CLEMENTE, 2012; CORREIA NETO, 2009).

Com o cálculo sobre todo o horizonte, o IBC traduz as expectativas de ganho por unidade de capital investido em relação a mesma unidade investida na TMA. Assim como o VPL, o IBC tem a característica de expressar a rentabilidade em todo o período do PI (RASOTO *et al.*, 2012). O cálculo do IBC é a partir da Equação 4.

$$IBC = \frac{\sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+TMA)^j}}{|FC_0|} \quad (4)$$

Em que:

j : período;

n : Horizonte de planejamento;

FC_0 : Investimento Inicial ou FC no momento zero;

FC_j : FC estimado para o período j ; e

TMA : Taxa Mínima de Atratividade.

Quando o objetivo é conhecer a estimativa de rentabilidade de um PI o melhor método é o ROIA, pois ele representa em percentual, a riqueza gerada pelo projeto, ou seja, o ganho real. Dessa forma, o ROIA é correspondente percentual do conceito de Valor Econômico Agregado (EVA). O ROIA é originado da taxa que equivale o IBC para cada período do projeto. Ele representa a rentabilidade periódica do projeto além da TMA e é considerado o melhor indicador de rentabilidade de um PI (RASOTO *et al.*, 2012; SOUZA; CLEMENTE, 2012). O ROIA é calculado com a equação 5.

$$ROIA = \sqrt[n]{IBC} - 1 \quad (5)$$

Em que:

n : Horizonte de planejamento; e

IBC: Índice Benefício Custo, considerando apenas o custo de implantação

Com relação ao tempo de retorno de um PI, tem-se o *Payback*. Segundo Lima *et al.* (2013), o cálculo tradicional do *Payback* pode apontar de forma incorreta a VE de um PI, ou seja, o risco do projeto não se pagar dentro do horizonte do planejamento (n). Os indicadores *Payback* Simples e o *Payback* Descontado diferenciam-se entre si pelo segundo considerar o valor do dinheiro no tempo. Para Lima *et al.* (2013), a principal vantagem do *Payback* simples é a simplicidade no seu cálculo, pois não exige nenhuma sofisticação de cálculo, somente sucessivas subtrações. Segundo Rasoto *et al.* (2012), o *Payback* descontado mostra o tempo necessário para que os benefícios do projeto restitua o valor investido.

Souza e Clemente (2012), consideram o *Payback* como um indicador de risco. A partir do cálculo do *Payback* pode-se calcular o índice *Payback/n*, sendo n o horizonte de planejamento do PI em estudo. Segundo Lima *et al.* (2013), para a determinação do *Payback* descontado, é preciso resolver a Inequação 6:

$$Payback = \min (j), \text{ tal que: } \left\{ \sum_{k=1}^j \frac{FC_k}{(1+TMA)^k} \geq |FC_0| \text{ e } FCDA_m > 0 \text{ para } j < m \leq N \right\} \quad (06)$$

Em que:

j : período;

k, m : índices;

FC_0 : Investimento Inicial ou FC no momento zero;

FC_k : FC estimado para o período k ;

$FCDA_m$: FC Descapitalizado e Acumulado até o período m ;

TMA : Taxa Mínima de Atratividade; e

n : Horizonte de planejamento.

2.2.3 Técnicas de Análise de Investimentos

O risco de um PI é a variabilidade de retornos associados a determinado ativo, ou seja, a possibilidade de prejuízo financeiro. Assim, a relação risco/retorno tem papel preponderante na determinação do destino de dado capital, sendo que um dos principais atrativos para um investimento é uma relação coerente entre essas duas variáveis (GITMAN, 2010).

Atualmente, no cenário econômico mundial, a incerteza faz parte de todos os setores da econômica. Dessa forma, a avaliação do comportamento das variáveis para identificar como essas podem afetar o resultado de projetos, torna-se determinante para o sucesso e futuro dos mesmos (CARDOSO e AMARAL, 2000).

O grau de incerteza a respeito de PI pode ser chamado de risco, e a análise quantitativa de risco, quando usa a Simulação de Monte Carlo (SMC) oferece ao usuário um método consistente e preciso para abordar as mais diversas incertezas associadas ao PI (MENDES; SOUZA, 2007). Para Shimizu (1984), a SMC é uma ferramenta que possibilita se aproximar da realidade por meio de modelos, e as simulações por processos aleatórios possibilitam lidar com situações cuja evolução, no decorrer do tempo, não seja previsível,

trabalhando com eventos probabilísticos quando a ocorrência envolve riscos ou certo grau de incerteza.

Um das desvantagens do uso da SMC para análise de PI é a dificuldade em definir os formatos das distribuições de probabilidades das variáveis que melhor representam a realidade (CARDOSO; AMARAL, 2000). Essa definição pode ocorrer com a ajuda de especialistas no assunto, que possuem conhecimento empírico sobre a situação. Souza (2001) considera que as distribuições triangulares e uniformes, geralmente são muito utilizadas nas ciências agrárias e estudos de VE porque se apresentam de forma simples e não necessitam de muitos dados do evento.

A abordagem tradicional de análise de investimentos considera que as variáveis que compõem o FC do PI são determinísticas, ou seja, acontecerá exatamente da forma como foram orçadas. Mas, a produção agrícola é composta por incertezas, sendo necessário realizar uma estimativa dos valores de cada variável com o acompanhamento de uma equipe técnica especializada. Logo, os números envolvidos são probabilísticos e assumem a característica de variáveis aleatórias. A SMC é uma ferramenta que pode ser utilizada em ambientes incertos por meio da elaboração de centenas de milhares de cenários possíveis e suas respectivas distribuições de probabilidades (HARZER, 2015).

Segundo Correia Neto (2009), a SMC pode ser utilizada para apresentar resultados esperados em PI. Diferente da abordagem determinística, a SMC não calcula um único valor para cada indicador, mas uma série de valores, possibilitando que sejam estimadas as respectivas probabilidades de ocorrência de cada indicador de análise, principalmente, a probabilidade do resultado do PI ser negativo, ou seja o $VPL < 0$ ou $TIR < TMA$, por exemplo.

A SMC é uma abordagem comportamental baseada em estatística. É usada em orçamento de capital para percepção do risco por meio da aplicação de distribuições probabilísticas pré-determinadas e números aleatórios para se estimar os resultados esperados. Reunindo os vários componentes do FC em um modelo matemático e também computacional, repetindo o processo milhares de vezes, o analista pode obter a distribuição probabilística dos prováveis retornos do projeto (GITMAN, 2010; LIMA *et al.*, 2017a).

2.2.4 Metodologias e Abordagens de Análise de Investimentos

As metodologias tradicionalmente utilizadas para análise de VE de PI são a Metodologia Multi-Índice (MMI) e a Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA) (SOUZA E CLEMENTE, 2012; E LIMA *et al.*, 2015). As abordagens para análise de VE de PI podem ser divididas em 3 grupos: a MMIA determinística; a MMIA estocástica com o uso da SMC; e a abordagem com o uso da TOR (SOUZA; CLEMENTE, 2012; LIMA *et al.*, 2015; COPELAND; ANTIKAROV, 2002).

2.2.4.1 Metodologia Multi-Índice (MMI) e Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA)

Segundo Souza e Clemente (2012), a VE de um PI pode ocorrer por meio da MMI, utilizando-se de vários indicadores de retorno e riscos, tais como: VPL, VPLA, IBC, ROIA, *Payback*, TIR, Grau de Comprometimento da Receita (GCR), Risco do Negócio (RN) e Risco de Gestão (RG). O uso desses indicadores torna a análise de VE mais confiável.

Na MMI o risco financeiro é calculado pela comparação da TMA com Taxa Interna de Retorno (TIR), via índice TMA/TIR. O resultado desse indicador, pode variar de muito próximo a zero, indicando um risco muito baixo, até o infinito, indicando risco extremo. Os valores acima de 1 resultam em um VPL negativo, assim a relação TMA/TIR, como indicador de risco, compõem uma escala no intervalo [0; 1] (HARZER *et al.*, 2014).

Com o intuito de melhorar a MMI de Souza e Clemente (2012), Lima *et al.* (2015) ampliaram essa metodologia, passando a denominá-la de MMIA. Essa Ampliação (A), refere-se à inclusão de índices para realizar uma Análise de Sensibilidade (AS), verificando a VE do PI também pelos Limites de Elasticidade (LE) e Valores-Limites (VL) (LIMA *et al.*, 2015).

Uma das etapas fundamentais na MMI e MMIA é a determinação de uma TMA adequada para a análise do projeto (CATAPAN *et al.*, 2013). Outra etapa importante é identificar se o resultado do VPL é maior que zero, para então prosseguir com a análise. O VPLA é uma medida absoluta que expressa o quanto o projeto agrega de valor por unidade de tempo de análise. O IBC é medido pela razão entre o valor presente dos fluxos líquidos dos benefícios e o Valor Presente (VP) dos fluxos de investimentos. Já o ROIA é uma medida de rentabilidade obtida além da TMA (HARZER, 2015; SOUZA; CLEMENTE, 2012).

Para Souza e Clemente (2012), a TIR pode ser usada na MMI como indicador de retorno, no sentido de informar o retorno máximo que o projeto poderia auferir caso seus fluxos de benefícios pudessem ser reinvestidos a uma taxa igual a ela. Harzer (2015), enfatiza que a TIR é um indicador de risco que delimita o máximo que a TMA poderia atingir para que o projeto ainda seja financeiramente viável. O *Payback* é o indicador que apresenta o risco de não recuperar o capital investido no período de duração do projeto (HARZER, 2015).

Souza e Clemente (2012) definem os RN como fatores conjunturais e não controláveis que afetam o ambiente do projeto. Já o RG para Harzer (2015) está relacionado com a experiência, conhecimento, habilidades e competência da equipe gestora na condução de negócios similares.

2.2.4.2 Teoria das Opções Reais - TOR

Os métodos VPL, TIR, IBC, ROIA e o *Payback*, por exemplo, são métodos determinísticos. Assim, o FC é estático, não são consideradas a FG, com investimentos irreversíveis, e estratégias operacionais estáticas. Essa forma de análise e as características desses métodos vem sendo criticada por muitos autores (COPELAND; ANTIKAROV, 2002).

A teoria convencional sobre a tomada de decisões em PI, geralmente, entende como economicamente viável um PI no qual o VPL é maior que zero. Nesses casos, as decisões de aceitar ou não o projeto, são indicadas sob a perspectiva de “investir agora, ou não investir”, não sendo possível mensurar

qual seria o valor do retorno do PI caso a decisão de investir fosse adiada para outro instante de tempo. Na maioria dos casos, os PI podem aguardar alguns períodos para investir, para que o investidor conte com mais informações e tome a melhor decisão. Nesse contexto, o investidor possui o que seria denominado opção financeira de compra, no qual ele possui o direito, mas não a obrigação de investimento (COPELAND; TUFANO, 2004).

A TOR permite a elaboração de análises realistas, mesmo com um carácter dinâmico. Isso é consequência da sua característica que valora a tomada de decisão por período e proporciona uma visão detalhada do investimento e suas incertezas (INGERSOLL; ROSS, 1992).

Para Copeland e Antikarov (2002), a TOR é uma das ideias mais importantes em finanças empresariais dos últimos 30 anos, sendo uma das mais novas. Quando o objetivo é analisar investimentos com horizontes de mais de um período, a TOR é superior à abordagem do VPL, desde que existam FG.

É possível mensurar variáveis financeiras básicas e algumas variáveis importantes na consideração da TOR. Assim, foi elaborado o Quadro 1 com algumas equiparações de variáveis (MONTEIRO, 2003). O modelo que mais se adequa para valoração de ativos via TOR é o modelo binomial, por ser facilmente aplicável às decisões empíricas de PI (COPELAND; TUFANO, 2004).

Segundo Minardi (2000), o método do VPL precisa ser remodelado para avaliar projetos em que existam FG expressivas. Para a autora, a TOR é a melhor abordagem quando é necessário avaliar PI quando existem tais FG, sendo bem menos subjetiva que outras técnicas.

Copeland e Antikarov (2002), afirmam que com o passar do tempo a avaliação por opções reais irá substituir a abordagem do VPL na tomada de decisões em investimentos de capital. Os métodos tradicionais de desconto de FC não apresentam erros relevantes quando o valor da incerteza é baixo e as FG são menores. Contudo, quando há incertezas e FG elevadas, esses métodos podem levar a decisões inadequadas.

Quadro 1 - Variáveis básicas – Opções financeiras versus opções reais

OPÇÃO FINANCEIRA	OPÇÃO REAL
Preço do ativo subjacente (S)	Valor presente esperado de um investimento real
Preço de exercício	Valor do investimento pelo projeto
Taxa de dividendos da ação	Fluxo de caixa gerado pelo projeto
Tempo até o vencimento ou tempo de expiração da opção (t)	Tempo até o vencimento do projeto ou tempo de expiração da oportunidade de investimento
Taxa de juros (r)	Valor do dinheiro no tempo (*TMA ou **TRL)
Volatilidade dos retornos da ação (σ^2)	Incerteza (volatilidade) sobre o valor presente do projeto

*TMA – Taxa Mínima de Atratividade; **TRL – Taxa Livre de Risco

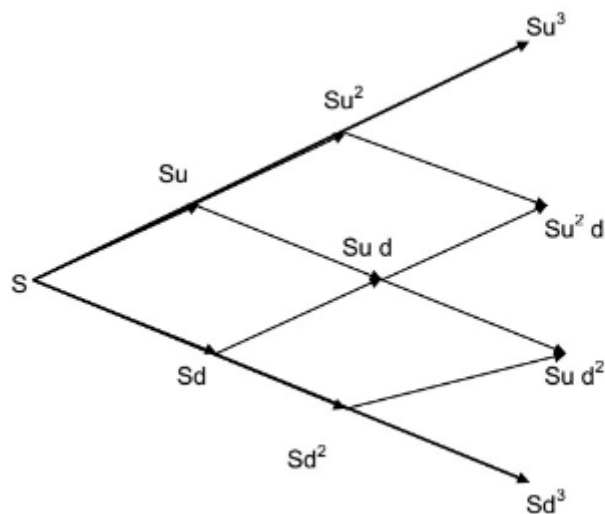
Fonte: MONTEIRO (2003)

Os administradores de empresas resistem em utilizar a TOR para avaliar e tomar decisões sobre oportunidades de crescimento, mesmo essa técnica conciliando estratégias e finanças. O principal motivo é que modelos como Black-Sholes-Merton são utilizados para avaliar opções financeiras, mas não são adequados para avaliar Opções Reais (OR), por serem mais complexas. Para essa situação a sugestão é utilizar o modelo binomial, mais simples e flexível (COPELAND; TUFANO, 2004).

A análise por meio da TOR pode ser bastante complexa. As abordagens que aproximam as Equações Diferenciais Parciais (EDP) resultem em avaliações melhoradas, abordagens que aproximam diretamente o processo estocástico, como o modelo binomial, se apresentam como viáveis para fins práticos, com a vantagem de serem intuitivas (MINARDI, 2000).

Para a construção da árvore binomial, tem-se que o preço da ação S , segue um processo multiplicativo. O valor pode subir no próximo período para $S.u$ com probabilidade p ou pode descer para $S.d$ com probabilidade $1-p$ (COPELAND; ANTIKAROV, 2002). A Figura 3 apresenta o funcionamento para construção da árvore de binomial.

Figura 3 – Modelo binomial



Fonte: Iubel (2008)

Para os cálculos de precificação da opção, é necessário definir alguns parâmetros. Inicia-se pela definição da volatilidade do projeto, também denominada de riscos (SOUZA; BALDISSERA; BERTOLINI, 2019). A volatilidade é uma tentativa de medir a incerteza, sendo o fato mais subjetivo e mais difícil de medir entre aqueles que alteram o valor da opção (COPELAND; ANTIKAROV, 2002). Para Joaquim *et al.* (2015), a volatilidade influencia diretamente o valor de uma Opção Real (OR), pois está relacionada com a variabilidade do VPL dos FC.

A variável volatilidade, não é simples de ser calculada, devendo ser estimada a partir de elementos que confirmam confiabilidade ao método. A volatilidade de um ativo pode ser determinada pelo desvio-padrão da evolução histórica dos retornos dos preços do ativo subjacente, expressa em percentuais (EVANGELISTA, 2006). A partir da definição da volatilidade, pode-se calcular os demais parâmetros necessários para a construção da árvore binomial com as equações 7, 8, 9, 10.

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (7)$$

Em que:

u : movimento ascendente;

e número “e”

σ : volatilidade;

Δt : Intervalo de tempo;

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (8)$$

Em que:

d : movimento descendente;

e número “e”;

σ : volatilidade;

Δt : Intervalo de tempo;

$$p = \frac{(1+R_f)-d}{(u-d)} \quad (9)$$

$$q = (1 - p) \quad (10)$$

Em que:

p : probabilidade neutra ao risco;

R_f : Taxa livre de riscos;

u : movimento ascendente;

d : movimento descendente

Outro parâmetro necessário para os cálculos dos movimentos da árvore binomial é a Taxa de Juros Livre de Riscos (R_f). Segundo Lubel (2008), costuma-se usar a SELIC como taxa livre de juros riscos, isso quando não existem ativos transacionados no mercado de capitais.

Alguns estudos do agronegócio já utilizaram a TOR como metodologia de análise de VE de investimentos. A Tabela 1, apresenta artigos recentes que utilizaram a TOR, o segmento analisado e os parâmetros utilizados.

Tabela 1: Artigos recentes que aplicaram TOR no agronegócio

	Segmento do Agronegócio	Volatilidade (σ)	Taxa livre de Risco (Rf)
Zilio e Lima (2015)	Cana-de-açúcar	12,30%	4,50%
Batistela <i>et al.</i> (2018)	Industria Citrícola	21,95%	9,82%
Martinez <i>et al.</i> (2018)	Processamento de legumes e vegetais	23,68%	9,82%
Joaquim <i>et al.</i> (2015)	Sistemas Agroflorestais	27,06%	9,95%
Nardeli e Macedo (2011)	Processamento de Frutas	32,21%	8,72%
Simões <i>et al.</i> (2018)	Industria de Laticínios	39,92%	9,82%
Souza, Baldissera e Bertolini (2019)	Diversificação da produção	44,04%	13,75%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Analisando os trabalhos que utilizam a TOR como abordagem de análise de PI no setor do agronegócio, nota-se que quanto maior a volatilidade (σ), maior é a Taxa Livre de Riscos (Rf). Essa característica indica que os projetos que têm um risco maior (volatilidade), necessitam de uma taxa livre de riscos maior (Rf).

2.3 ESTUDOS CORRELATOS

Na literatura encontra-se inúmeros autores e pesquisadores avaliando PIA, com características distintas e de formas diferentes, usando métodos, técnicas, metodologias e abordagens distintas para cada situação. Encontram-se também PIA semelhantes, avaliados de formas completamente diferentes. Nessa seção estão apresentados os principais resultados de algumas análises de PIA já realizadas.

Uma alternativa de produção orgânica é a produção de acerola, que é desenvolvida por produtores de uma cooperativa em Ditalpi, Piauí. A maior parte da produção é vendida para uma multinacional, com sede no estado do Ceará. Pode-se concluir que a produção de acerola é rentável economicamente para 13 produtores que utilizam melhor padrão tecnológico, mas o resultado não é o mesmo para os produtores que desenvolvem o processo com baixo nível tecnológico, esses possuem um maior risco e menor rentabilidade (MARTINS *et al.*, 2016).

A produção de murici também é uma opção inovadora de produção agrícola. Essa atividade vem sendo desenvolvida por agricultores no estado Goiás, e se destaca por suas diversas propriedades, tanto medicinais, quanto comestíveis e também para criação de móveis e construções. Em geral, o murici chega a 5 metros de altura e sua floração acontece de setembro a novembro e a colheita é de novembro a fevereiro. A produção de frutos é alta e irregular. Em 7 cenários que foram analisados foi identificada VE na atividade (GRZEBIELUCKAS *et al.*, 2010).

Outra atividade inovadora do segmento agrícola é a produção de noz-pecã. Giroto, Oliveira e Lima (2016), analisaram a VE da produção em pequenas propriedades rurais. Essa cultura tem um retorno financeiro longo, mas existem linhas de financiamento que viabilizam esse tipo de cultura. Essa cultura é pouco explorada no Brasil e sua produção se concentra na região Sul do país. Os indicadores de riscos e rentabilidade gerados apresentaram-se satisfatórios para o investimento na cultura de noz-pecã.

Um dos PIA mais incentivados e discutidos atualmente são os SAF. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), possui um projeto de pesquisas chamado de *Sistemas Agroflorestais Biodiversos: Produção de Alimentos, Geração de Renda e Recuperação Ambiental (SAFARA)*. Esse projeto busca aprimorar conhecimentos, desenvolver tecnologias e compartilhá-los, envolvendo SAFs biodiversos para produção de alimentos, renda e serviços ambientais para recuperação de áreas degradadas no Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná. Esses estados possuem elevado passivo ambiental em relação à Áreas de Reserva Legal (ARLs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) (EMBRAPA, 2019a).

Segundo Cordeiro *et al.* (2018), os SAFs vêm despertando o interesse dos produtores rurais em razão, dos altos custos envolvidos e expectativas de retorno na implantação e na manutenção de áreas florestais. Outro motivo é a necessidade de projetos que busquem conciliar desenvolvimento econômico e redução de impactos ambientais.

Uma das tendências do agronegócio são os SAFs. Esses sistemas são caracterizados pela presença de árvores cultivadas em conjunto com culturas ou

produção de animais. Quando concebidos e implantados corretamente, os SAFs apresentam as melhores práticas de cultivos de árvores e sistemas agrícolas, proporcionando um uso sustentável da terra (FAO, 2013).

Os SAFs apresentam incertezas, assim como outras atividades agrícolas e florestais, sendo necessária a realização de uma análise de mercado para a escolha das plantas. Uma evidência é que os SAFs minimizam o risco de investimento se comparado a monocultura (OFORI *et al.*, 2014).

A análise de VE de PIA é tema de vários estudos científicos. Pini e Gonçalves (2017) realizaram um estudo com o objetivo demonstrar a VE da aquisição de máquinas e implementos agrícolas para uma propriedade que possui como principal atividade a produção de café. Para a análise, foram considerados o VPL e a TIR do PI. Com os resultados desses indicadores foi possível verificar que a substituição dos equipamentos utilizados na produção de café é economicamente viável. O VPL encontrado foi de R\$ 44.358,04 e a TIR de 42% ao ano.

Gonçalves *et al.* (2017a) analisaram a VE dos SAFs nos assentamentos Expedito Ribeiro (1) e Abril Vermelho (2), no Município de Santa Bárbara - PA, utilizando os indicadores: VPL, TIR, IBC e Ponte de Equilíbrio (PE). O resultado do VPL do projeto (1) foi de 299.134,84 R\$/ha, em 25 anos; enquanto o projeto (2) apresentou um VPL de 60.725,09 R\$/ha, em um horizonte de 13 anos. A TIR anual encontrada nos projetos foi de 90,39% para o projeto (1) e 50,01% para o projeto (2), as duas são maiores que a Taxa de Juros a Longo Prazo (TJLP) considerada na análise. Esses resultados confirmam que os projetos são economicamente viáveis, sendo possível o desenvolvimento de uma agricultura sustentável e diversificada.

Um estudo que utilizou a MMI foi o de Stupp, Heck Junior e Eyerkauffer (2017), analisando a VE do cultivo de *Pinus Taeda* no Alto Vale do Itajaí, com objetivo de apresentar uma opção para investimentos dos agricultores dessa região que possuem áreas ociosas em suas propriedades. Os indicadores financeiros utilizados foram o VPL e a TIR, que apresentaram o resultado de R\$ 358,65 e 10,44% ao ano respectivamente, analisados a uma TMA de 10% ao

ano. Esses resultados são positivos, viabilizando o desenvolvimento desse tipo de PI.

Socoloski *et al.* (2017) analisaram a VE da produção de tomate, alface e batata-doce em uma propriedade de agricultores familiares no município de Tangará da Serra – MT. Os indicadores utilizados na análise foram: VPL, TIR, *Payback*, IBC com uma TMA de 1,11% ao ano. Todas as culturas apresentaram resultados positivos sendo economicamente viáveis. O destaque é a produção de alface sendo a cultura mais vantajosa, com um VPL de R\$ 117.244,11, uma TIR de 26,74% ao mês e com um retorno do investimento em 2,97 meses. Assim, a olericultura apresenta-se como uma alternativa economicamente viável tendo em vista que a atividade não exige elevados investimentos em tecnologia e tem um *Payback* baixo.

Lizot *et al.* (2017) analisaram a VE da produção de silagem de aveia preta com a finalidade de plantio para pastejo e posterior ensilamento. Realizou-se a análise de VE do PIA por meio da MMIA via aplicativo web \$AVEPI® avaliando as dimensões retorno, riscos e elasticidades. Com os resultados encontrados recomendou-se a produção desse cereal para duplo propósito. O retorno esperado do projeto foi considerado de grau excelente, e os riscos classificados como moderados. Os resultados da análise de sensibilidade sobre a TMA foram bons, acima de 30%.

Souza *et al.* (2010) analisaram os custos de produção, o retorno e os riscos do investimento na produção de milho na região planalto norte-catarinense, com duas estratégias de produtividade, 120 e 150 sacas/ha. Para essa análise, foram utilizados os indicadores: VPL, VPLA, IBC, ROIA, TMA/TIR, *Payback*/N, RG e RN. Para auxiliar o processo decisório, quanto a estratégia a ser adotada e os riscos envolvidos, foi desenvolvida uma análise adicional considerando as incertezas, para isso, recorreu-se à utilização da SMC. No cenário estudado, ambas as estratégias apresentaram retornos abaixo da expectativa, com um ROIA de 1,73% ao mês para a estratégia de baixa produtividade (120 sacas/ha) e 0,08% ao mês para a estratégia de alta produtividade (150 sacas/ha). Quando foram consideradas as possíveis

variações na produção e no preço, em 85% das vezes, o ROIA obteve melhores resultados na estratégia de baixa produtividade.

Catapan *et al.* (2013) desenvolveram um estudo com objetivo de identificar o Ponto de Equilíbrio (PE), em número de animais, para viabilizar a implantação de biodigestores para produção de energia elétrica com dejetos de equinos e suínos. Na análise determinística do projeto, o PE é 1.009 suínos ou 271 equinos. Quando a análise é feita com a utilização da SMC e é considerado que o investidor pode assumir um risco máximo de perder dinheiro em 20%, ou seja, $p(VPL < 0) = p(TIR < TMA)$ pode ser no máximo 0,20, o PE para viabilizar a implantação de biodigestores passa a ser de no mínimo 1.075 suínos ou 288 equinos.

Continuando a análise de VE da implantação de biodigestores, Catapan *et al.* (2016) analisaram os custos da implantação de biodigestores em dois países latino-americanos: Brasil e Equador. Buscando saber qual o número mínimo de animais para viabilizar a implantação de biodigestores, com os pressupostos fixos, ou seja, com abordagens determinísticas, os valores mínimos são de 1.040 suínos no Brasil e 3.440 suínos no Equador. Com a utilização da SMC e considerando que o investido pode assumir um risco máximo de perder dinheiro em 20%, o número mínimo de suínos subiu para 1.095 no Brasil e 3.620 no Equador. Essa variação entre os países é devido aos diferentes custos de implantação dos dois países.

Gonçalves *et al.* (2017b) buscaram determinar a rotação econômica de plantações de eucalipto em 3 sítios produtivos sob condições de risco. Utilizou-se a técnica da SMC, tendo como resultado o VPL para séries infinitas e incertezas nas variáveis de entrada com distribuições de probabilidades referente ao custo da terra, a produção da madeira, a colheita, o transporte e as despesas financeiras. Com os resultados, identificou-se que a rotação ótima para corte foi de 6, 8 e 11 anos, nos sítios bom (I), médio (II), e ruim (III), respectivamente. A SMC com 10.000 interações gerou informações suficientes para prosseguir com a análise e subsidiar a tomada de decisão.

Ainda no segmento florestal, Castro *et al.* (2007) avaliaram a VE da produção de carvão vegetal em florestas plantadas de eucalipto, sob duas

abordagens, a determinística e a estocástica. Para a análise determinística, foram utilizados os indicadores: VPL, TIR, IBC, Custo Médio de Produção (CMP) e o Valor Esperado da Terra (VET). Os principais resultados foram: VPL com R\$ 1.814,10 por hectare e TIR de 11,95% ao ano, acima da TMA de 8,75% ao ano, mostrando assim que o PIA é economicamente viável. Na análise estocástica, foi utilizada a SMC, a qual apresentou a probabilidade de 12% de ocorrerem valores negativos, e 15% de probabilidade de ocorrência do VPL médio. A análise em condição de risco pela SMC enriqueceu a análise de rentabilidade e de riscos.

A análise sob condições de riscos também foi utilizada por Martins *et al.* (2016), que analisaram a VE da produção de acerola. Para esta análise foram utilizadas as abordagens determinística e estocástica. Na análise determinística foram utilizados os valores de receitas, custos e margem líquida e bruta, já para os cálculos na abordagem estocástica foi utilizada a SMC. Os dados foram coletados de 23 produtores, e os resultados tanto da abordagem determinística, quanto da estocástica apresentam a produção de acerola como economicamente inviável em 10 produtores. A explicação para esse resultado, segundo os autores do estudo, é que esses produtores não seguem as recomendações técnicas. Os demais produtores apresentam alta rentabilidade e baixos riscos.

Guedes *et al.* (2011) analisaram a VE da reforma e da condução da brotação de eucalipto sob as abordagens determinística e estocástica. Na análise determinística foi utilizada os resultados do VPL e na condição de risco foi utilizada a SMC para análise. Nas duas abordagens, os resultados mostraram a VE dos PIA. Além disso, a reforma ou a talhada das plantas são opções que apresentaram resultados positivos até mesmo sobre as condições de risco, aumentando a segurança para a tomada de decisão.

Zilio e Lima (2015) avaliaram a VE da produção canavieira paulista, na qual analisaram dois projetos típicos de investimento em cana de açúcar nas regiões de Piracicaba e Sertãozinho. O estudo foi necessário tendo em vista os resultados negativos das safras de 2007/08 e 2011/12 e para entender o motivo dos produtores ainda investem nesse segmento. Além da abordagem

determinística tradicional, com a análise do VPL e da TIR, foi incorporada ao estudo a análise por meio da FG pela TOR. Os resultados dos VPLs foram positivos, evidenciando que os projetos são economicamente viáveis, com a incorporação da FG. Os resultados mantiveram-se positivos e foram expandidos para mais de 40% nos dois casos analisados.

Joaquim *et al.* (2015) realizaram uma análise abrangente sobre a VE e FG de um investimento em SAFs. O trabalho comparou os resultados gerados pelo VPL tradicional com o VPL via TOR. Foi utilizado a SMC para obter a volatilidade (incerteza) que foi utilizada como única em todo o PIA, aplicada para a elaboração da árvore de eventos binomiais. Aplicou-se o método proposto por Copeland e Antikarov (2002) para Opções Reais (OR) arco-íris e foram selecionadas 3 variáveis estocásticas, com decisão de abandono do PIA caso o resultado com flexibilidade fosse menor que o valor do ativo subjacente. Os resultados mostraram que o VPL superestimou o retorno do PIA e que seria recomendável abandoná-lo.

Outro estudo técnico-econômico foi desenvolvido por Rodrigues (2018) a fim de avaliar diferentes processos industriais de obtenção de óleo essencial, fazendo uso das metodologias de estudo econômico com o auxílio do software SuperPro Designer® e o aplicativo web \$AVEPI® (Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento). A avaliação econômica de produção se revelou economicamente inviável, pois os baixos rendimentos de extrato resultaram em um custo de produção mais elevado que o preço de venda no mercado, conduzindo a um VPL negativo.

2.4 METODOLOGIA PARA DEFINIR A ESTRUTURA CONCEITUAL-TEÓRICA

Objetivando ampliar as informações sobre o assunto, foi realizado um levantamento bibliográfico em bases de pesquisas nacionais e internacionais. O instrumento utilizado foi uma adaptação da metodologia *Proknow-C* (ENSSLIN *et al.*, 2010). A construção de um Portfólio Bibliográfico (PB) permitiu definir as principais metodologias utilizadas para a análise de VE de um PIA.

A metodologia que foi utilizada, nesta subseção, é a de RSL, que são investigações científicas, desenvolvidas por meio de um método planejado, com procedimentos de busca, seleção, classificação e análise bem definidos (SCHUTZ; SANTOS; SANT'ANA, 2011). Para Galvão e Pereira (2014), as RSL são estudos secundários, tendo como fonte de dados os estudos primários, que são os artigos do portfólio para revisão.

O primeiro passo foi definir as palavras-chave para realizar a busca nas bases de dados. Foram definidas as palavras: Agricultura, Viabilidade Econômica, sustentabilidade e Agricultura Familiar (AF). Para efetuar a busca essas palavras foram traduzidas para o inglês e limitadas aos campos título, palavras-chave e resumo. Os resultados foram filtrados apenas em artigos publicados em periódicos, revistas e anais de congressos.

A utilização de AF como um filtro de busca, tem o objetivo de focar os trabalhos que envolvam o setor agropecuário, ou seja, as atividades que acontecem dentro da porteira. O termo “dentro da porteira” não é comum na literatura internacional, então foi realizada uma adaptação para AF.

As bases de dados selecionadas para pesquisa foram: *Scopus*, *ScienceDirect* e *Web Of Science*. A base *Scopus* é o maior banco de dados científico do mundo se considerado o período entre 2000 e 2011 (GUERRERO-BOTE; MOYA-ANEGÓN, 2012). A *ScienceDirect* é a principal base de dados da *Elsevier* com textos científicos completos. A *Web Of Science* é uma base conhecida mundialmente pois deu origem ao *Journal Citation Report* (JCR) que lista o fator de impacto dos periódicos científicos (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2014).

Após estabelecer os procedimentos de busca, foi efetuada a coleta dos artigos nas bases, totalizando 136 publicações. Na sequência, foram checados os arquivos duplicados, restando 132 artigos que foram analisados nas etapas seguintes. A próxima etapa foi realizar a leitura do título das 132 publicações, excluindo do portfólio os artigos que não indicavam no título os temas AF ou VE. Foram eliminados 41 artigos, restando 91 artigos para leitura do resumo.

Durante a leitura do resumo dos 91 artigos, foram excluídos os artigos que não apresentavam características de análise de VE na AF. Após a leitura dos resumos foram excluídos 70 artigos, restando 21 artigos para leitura na íntegra. Desses 21 artigos, 2 não estavam disponíveis eletronicamente, restando 19 publicações para leitura. Assim, o Portfólio Bibliográfico (PB) final é composto por 19 artigos. De forma resumida, a Figura 4 apresenta todas as etapas de busca e seleção dos artigos.

Figura 4 – Processos de construção do Portfólio Bibliográfico

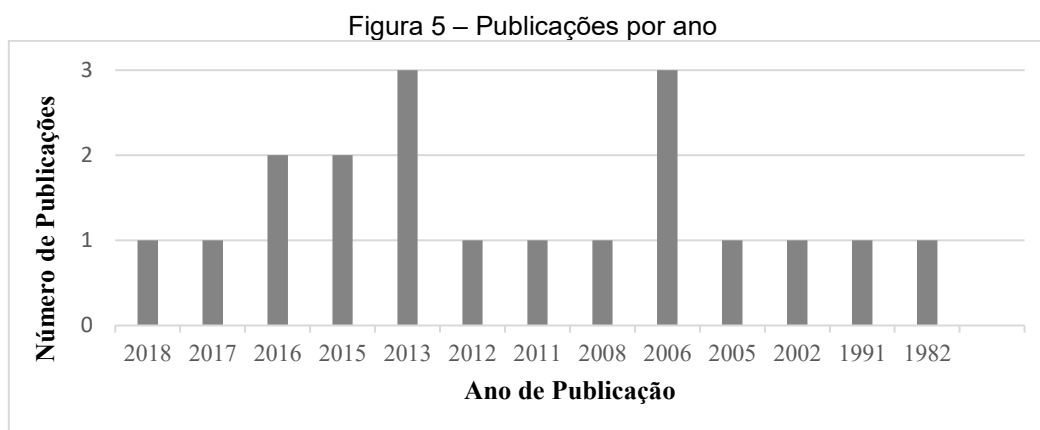


Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir da construção do PB, iniciou-se a análise bibliométrica e de conteúdo. A análise bibliométrica abrangeu os periódicos, o ano de publicação e os autores. Já a análise de conteúdo evidenciou métodos, técnicas e abordagens utilizados na análise de VE de PIA e as características dos artigos.

2.4.1 Análise Bibliométrica

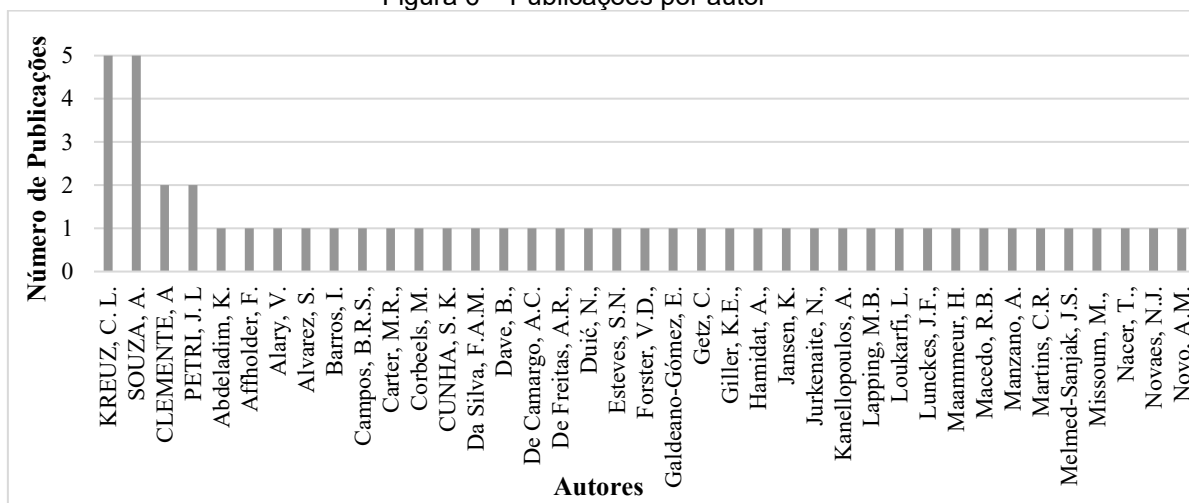
Na análise do ano de publicação dos artigos, observou-se que a maior concentração de artigos é entre os anos de 2013 a 2016, com 37% das publicações. O destaque são os anos de 2013 e 2006, com 3 publicações cada. O número de publicações por ano está apresentado na Figura 5.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na análise de publicações por autor, foram encontrados 56 autores no portfólio, com destaque para Carlos Leomar Kreuz e Alceu Souza, com 5 publicações cada um. Os autores Ademir Clemente e José Luiz Petri, vem na sequência com 2 artigos publicados cada um. Os demais autores do portfólio têm uma publicação. Na Figura 6 está apresentada o número de publicações por autor.

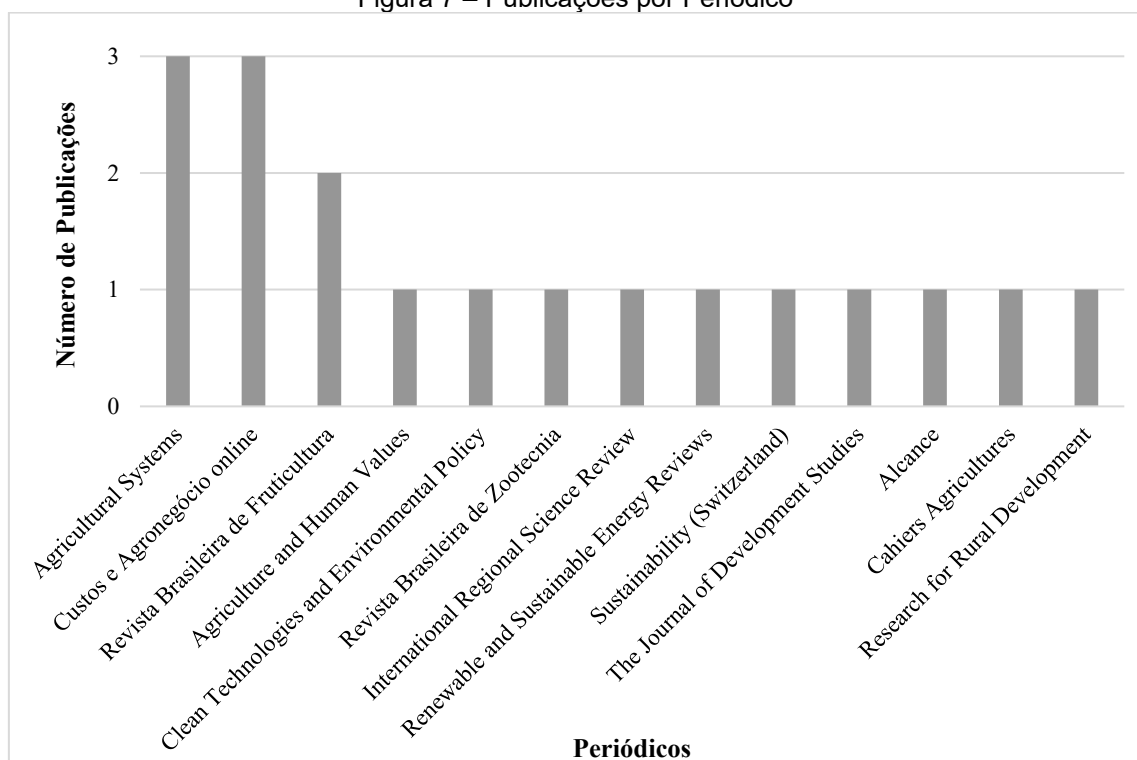
Figura 6 – Publicações por autor



Fonte: Elaborada pelo autor.

O portfólio de artigos é composto por artigos de vários periódicos. Essa análise é interessante porque apresenta quais periódicos tem maior relação com o tema pesquisado. Dos 19 artigos que compõem o portfólio, 18 são publicações de periódicos e uma publicação é de congresso. Os periódicos de destaque são o *Agricultural Systems* e *Custos e agronegócio on line*, com 3 publicações cada uma. Na sequência, aparece a *Revista Brasileira de Fruticultura*, com 2 publicações, os demais periódicos têm uma publicação. A Figura 7 apresenta os periódicos e o número de publicações respectivo.

Figura 7 – Publicações por Periódico



Fonte: Elaborada pelo autor.

2.4.2 Análise de conteúdo

A análise de conteúdo deste trabalho buscou identificar os métodos, técnicas e abordagens utilizados na análise de VE de PIA. Para isso, as formas de análise de investimento foram divididas em três grupos: (i) MMI e MMIA; (ii) MMIA com a utilização da SMC; e (iii) TOR.

Nesta análise, identificou-se a pouca utilização da abordagem estocástica para avaliar os investimentos no setor agropecuário. Todos os trabalhos que fazem parte do PB utilizaram a abordagem determinística, baseados na análise do Fluxo de Caixa Descontado (FC) sem considerar a possibilidade de variação no decorrer do projeto. Contudo, a variabilidade dos fenômenos climáticos e de mercado são características marcantes no agronegócio. Neste contexto, é necessária a aplicação de procedimentos que respondam com maior precisão os cenários de incertezas.

Há várias décadas, pesquisadores do mundo todo buscam conhecer e executam análises de VE no setor agropecuário. Na Figura 8 estão listados os autores e o ano de publicação de todos os trabalhos que fazem parte do PB.

Figura 8 – Ano e autores dos artigos do portfólio bibliográfico

Ano	Autores
2018	Rodrigues, G.S.; Martins, C.R.; Barros, I.
2017	Maammeur, H.; Hamidat, A.; Loukarfi, L.; Missoum, M.; Abdeladim, K.; Nacer, T.
2016	Piedra-Muñoz, L.; Galdeano-Gómez, E.; Pérez-Mesa, J.C.
2016	Alary, V.; Corbeels, M.; Affholder, F.; Alvarez, S.; Soria, A.; Valadares Xavier, J.H.; da Silva, F.A.M.; Scopel, E.
2015	Sowerwine, J.; Getz, C.; Peluso, N.
2015	Jurkenaite, N.
2013	Ronque, E.R.V.; Ventura, M.U.; Soares Júnior, D.; Macedo, R.B.; Campos, B.R.S.
2013	Novo, A.M.; Slingerland, M.; Jansen, K.; Kanellopoulos, A.; Giller, K.E.
2013	Roudart, L.; Dave, B.
2012	Pukšec, T.; Duić, N.
2011	Rodrigues, W.; Lunckes, J.F.
2008	Kreuz, C. L.; Souza, A.; Clemente, A.
2006	Kreuz, C. L.; Souza, A.; Cunha, S. K.; Perfeito, J
2006	Manzano, A.; Novaes, N.J.; De Camargo, A.C.; Esteves, S.N.; De Freitas, A.R.;
2006	Kreuz, C. L.; Souza, A.; Petri, J. L..
2005	Kreuz, C. L.; Souza, A.; Schuck, Ê.; Petri, J. L.
2002	Souza, A.; Kreuz, C. L.; Clemente, A.
1991	Melmed-Sanjak, J.S.; Carter, M.R.;
1982	Lapping, M.B.; Forster, V.D.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os autores Alceu Souza e Carlos Leomar Kreuz realizaram estudos de VE na AF no estado de Santa Catarina, em várias culturas, todos utilizando a MMI para análise. Souza e Kreuz (2002) apresentaram uma metodologia para avaliação da VE da exploração de *Pinus Taeda*. Segundo estes autores esta atividade necessita de pouco investimento, possui baixo risco de produção e uma boa rentabilidade, apresentando-se assim como uma atividade economicamente viável.

Já no meio oeste catarinense Kreuz *et al.* (2008), avaliaram as alternativas de investimento na produção de uva. A uva mostrou-se com maior rentabilidade quando destinada à produção de vinho em relação à produção de

suco, sendo que a rentabilidade está diretamente ligada ao preço de venda. Mesmo a uva para suco sendo produzida em maior quantidade, a uva para vinho apresenta melhor valor de mercado, trazendo melhores retornos financeiros para o produtor.

A produção de mel é característica no planalto norte de Santa Catarina. No estudo Kreuz, Souza e Clemente (2008) esses autores avaliaram os custos de produção, as expectativas de retorno e os riscos dessa produção na região. O risco da atividade foi considerado baixo, mas a rentabilidade também apresentou resultados abaixo do esperado. A baixa rentabilidade justifica-se por questões de mercado. Atualmente a apicultura está presente em todas as regiões do país, e está sendo comercializada como uma *commoditie*, levando a um volume de oferta expressivo para a demanda nacional.

Dentre as frutas produzidas em território catarinense, o destaque é a produção de maçã, devido às condições climáticas do estado. Kreuz, Souza e Petri (2006) buscaram evidenciar as expectativas de retorno associadas à produção de maçã em Fraiburgo - SC. Para isso, foram analisadas duas variedades, as maçãs Fuji e Gala, sendo que a segunda apresentou maior rentabilidade. Isto está atrelado a maior capacidade de armazenagem dessa cultivar, o que lhe propicia melhor preço médio de venda. De modo geral, a rentabilidade encontrada para o agronegócio da maçã pode ser considerada de nível médio.

Outro estudo desenvolvido por Kreuz *et al.* (2006) avaliou os indicadores de VE da produção de alho em Curitiba - SC. Os indicadores reforçam a necessidade de se buscar estratégias de competição para assegurar a presença do alho catarinense no mercado nacional. Algumas ações podem ajudar na melhoria dos processos e conseqüentemente aumentar os resultados financeiros, como por exemplo, a organização de armazenagem, distribuição e embalagem do produto.

A RSL mostrou-se eficiente no processo de extração de informações sobre determinado assunto de interesse do pesquisador. No presente trabalho, houve algumas dificuldades com relação à construção do PB, que não é composto por um elevado número de artigos. Essa dificuldade na obtenção de

material justifica-se, pois, o assunto ainda não foi totalmente explorado. A AF é um importante setor do agronegócio, mas ainda necessita de ferramentas de análise de investimentos adequadas para o segmento o qual possui diversas especificidades.

A análise bibliométrica do portfólio de artigos mostrou que os anos com mais publicações foram 2006 e 2013, mas a maior concentração de artigos está entre 2013 e 2016, com 37% das publicações. Por outro lado, na análise de conteúdo foi possível concluir que a abordagem de análise de investimento predominante nos artigos do PB é a MMI determinística. Os autores Kreuz e Souza já desenvolveram vários trabalhos analisando a VE na AF, principalmente no estado de Santa Catarina.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a estratégia adotada para a realização da pesquisa e suas características. Além disso, é apresentada a delimitação e as etapas para o desenvolvimento da pesquisa, necessárias para alcançar os objetivos estabelecidos.

Em relação a natureza da pesquisa, classifica-se o estudo de característica explicativa, visto que tem o objetivo de coletar dados para aplicação em uma sistemática de análise que utiliza várias ferramentas para obtenção de resultados. A abordagem pode ser classificada como quantitativa, com alguns aspectos de qualitativa, principalmente quando observadas as informações sobre os ambientes estudados, suas características e particularidades. Já o estudo de caso é caracterizado pela aplicação do *framework* em diferentes PIA do setor agropecuário na busca pela sua validação e aplicabilidade (CAUCHICK, 2012; YIN, 2015).

3.1 CONSTRUÇÃO DO *FRAMEWORK*

A partir da lacuna de pesquisa e da necessidade de estabelecer critérios para a escolha de qual metodologia utilizar na análise de VE de PIA, o presente trabalho busca desenvolver um *framework* para a análise de VE de PIA que contenham adequabilidade técnica, incorporando suas especificidades e complexidades.

A construção do *framework*, se deu a partir da análise dos resultados da RSL e dos estudos correlatos ao tema, onde foi possível identificar as principais características dos PIA. De posse dessas características, buscou-se a melhor metodologia ou técnica de análise de VE de PI que considere cada uma das características.

As incertezas e as FG são características frequentes nos PIA. Isso exige que a análise de VE considere essas características para evitar resultados que

não representem a realidade dos fatos. Com base na RSL e nos estudos já realizados, é possível dividir os PIA em três grupos.

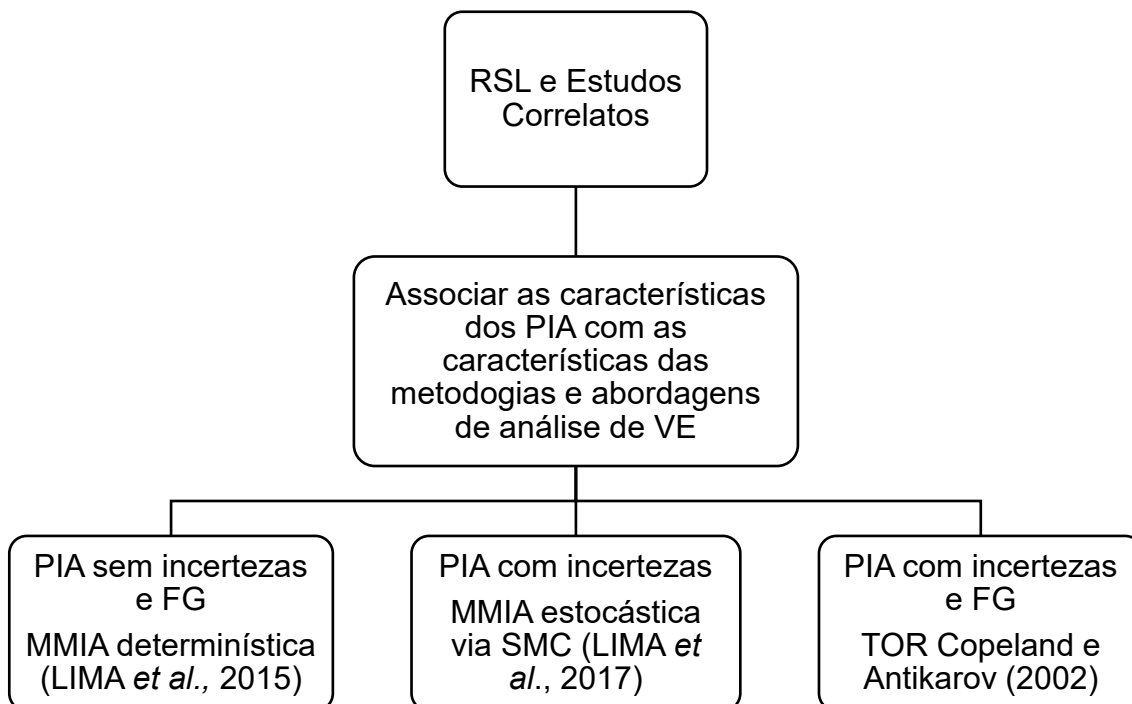
O primeiro grupo são os projetos que não possuem variabilidade, os resultados podem ser previstos com maior assertividade antes mesmo da execução, pois o valor do investimento inicial, os custos de manutenção, receitas e valor residual, já são conhecidos previamente. Esse grupo de PIA, pode ser analisado utilizando a MMIA determinística (LIMA *et al.*, 2015). A MMIA determinística apresenta indicadores de retorno, risco e sensibilidades que respondem muito bem em projetos sem variabilidade de acontecimentos.

O segundo grupo são os projetos que possuem incertezas com relação a alguns dos *inputs*, utilizados na análise de VE. Essas incertezas geralmente estão relacionadas com as receitas e custos, mas também podem estar em outros *inputs*. Para analisar esse grupo de PIA a utilização da MMIA estocástica via SMC (LIMA *et al.*, 2017) é considerada eficaz. A SMC é uma ferramenta computacional que pode ser utilizada em ambientes incertos por meio da elaboração de centenas de milhares de cenários possíveis e suas respectivas distribuições de probabilidades (HARZER, 2015).

O terceiro grupo são os projetos que possuem incertezas e FG. As FG são as opções que o investidor responsável pela tomada de decisão tem de manter, ampliar, retrair ou abandonar o PI. Geralmente esses projetos são mais complexos e a TOR é a abordagem mais indicada para esse cenário. Os métodos tradicionais de desconto de FC não apresentam erros relevantes quando o valor da incerteza é baixo e as FG são menores. Contudo, quando há incertezas e FG elevadas, esses métodos podem levar a decisões inadequadas (COPELAND E ANTIKAROV, 2002).

A Figura 9 apresenta a associação das características dos PIA com as características das metodologias de análise de VE. Essa associação foi realizada para que a análise contemple todas as características do PIA, tornando-a mais precisa e confiável.

Figura 9 – Associação das características dos PIA com as características das metodologias e abordagens de análise de VE



Fonte: Elaborado pelo autor.

O *framework* foi construído no Microsoft Word®, contemplando todas as etapas necessárias para a realização de uma análise de VE de PI, com ênfase na escolha de qual a metodologia ou abordagem deve ser utilizada. O *framework*, também contempla etapas de análise, conclusão e acompanhamento dos resultados dos projetos analisados. Além do *framework*, foi desenvolvida a Figura 11 com os *outputs* da análise de VE disponíveis no *framework*.

3.2 ESCOLHA DOS ESTUDOS DE CASO PARA AVALIAR A SUA APLICABILIDADE

A fim de avaliar a aplicabilidade do *framework* proposto nessa pesquisa, é indispensável a realização de estudos reais exemplificando a utilização. Assim, foram escolhidos três PIA, com características distintas, para explorar todo o

framework com relação a escolha da abordagem que deve ser utilizada. Além disso, buscou-se analisar se essa abordagem realmente atende as necessidades do investidor com relação a escolha de realizar, não realizar, adiar ou antecipar o PIA.

Existe um elevado número de PIA disponíveis para análise. Isso ocorre porque existem vários tipos de investimentos que podem e precisam ser realizados no setor agropecuário. Alguns deles são: substituição de equipamentos (modernização tecnológica), novos sistemas de produção, novas culturas (melhoramento genético), cultivo protegido de oleráceas, irrigação por gotejamento, cultivo orgânico, e a integração lavoura, pecuária e floresta.

A aplicabilidade do *framework* proposto neste estudo foi testada nas análises da substituição de um equipamento agrícola, na produção de uma nova cultura e na introdução de uma produção combinada de lavoura, pecuária e floresta. Esses PIA estão localizados nas regiões Sudoeste do Paraná e Oeste de Santa Catarina, possibilitando a coleta de dados para realização a pesquisa.

O primeiro estudo, é a substituição de um equipamento agrícola na produção de leite, que é uma das principais atividades da região Oeste de Santa Catarina. O equipamento analisado para a substituição será a ordenhadeira, visando a substituição por um equipamento novo, com mais tecnologia, evitando desperdícios e riscos de contaminação do leite. O estudo de caso foi realizado em uma propriedade rural de AF, localizada no município de São Lourenço do Oeste/SC.

Segundo a CEPEA (2019b) ao longo de 2019, os valores do leite no campo têm atingido os maiores patamares da série do Cepea para os respectivos meses. Para o pecuarista, o momento é de aumento das margens. Esse aumento nos lucros possibilita a realização de investimentos para aumento da produção, justificando a escolha do primeiro caso.

O segundo caso de estudo, foi baseado no investimento em uma nova cultura. A cultura escolhida, é relativamente nova na região Sul do Brasil e pouco explorada para fins comerciais, a produção de noz-pecã. O estudo de caso selecionou uma propriedade rural no Sudoeste do Paraná, o qual dispõe de uma

área de 10 ha e cultiva 1.000 pés de noqueira pecã. Neste estudo, será analisada a possibilidade de captação de financiamento para execução do PIA.

A noqueira pecã é uma fonte alternativa de renda e uma cultura de fácil manejo. O mercado da atividade é considerado promissor, aliado à fácil adequação para consórcio com outras culturas, aos benefícios à saúde, e os preços esperados para a comercialização da fruta, tornam economicamente atraente o seu cultivo (FRONZA; POLETTO; HAMANN, 2013).

O terceiro estudo de caso, foi uma propriedade rural, no município de Campo Erê, região Oeste do estado de Santa Catarina. A propriedade tem como atividade principal a produção de grãos, com destaque para o cultivo de soja. O PIA foi baseado em uma atividade que está em destaque no setor agropecuário, a integração de lavoura, pecuária e floresta (sistema agrossilvipastoril ou SAF).

O SAF está se tornando um importante sistema de produção por ser considerado o sistema mais completo dentre os sistemas agroflorestais. A atração dos produtores está nas inúmeras vantagens ecológicas e econômicas, focando a maximização do lucro (SANGUINO *et al.*, 2007).

Após a utilização do *framework* nesses três estudos de caso, espera-se poder confirmar a sua funcionalidade. O objetivo principal é optar pela melhor abordagem para análise, proporcionando resultados úteis para subsidiar a tomada de decisão do investidor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

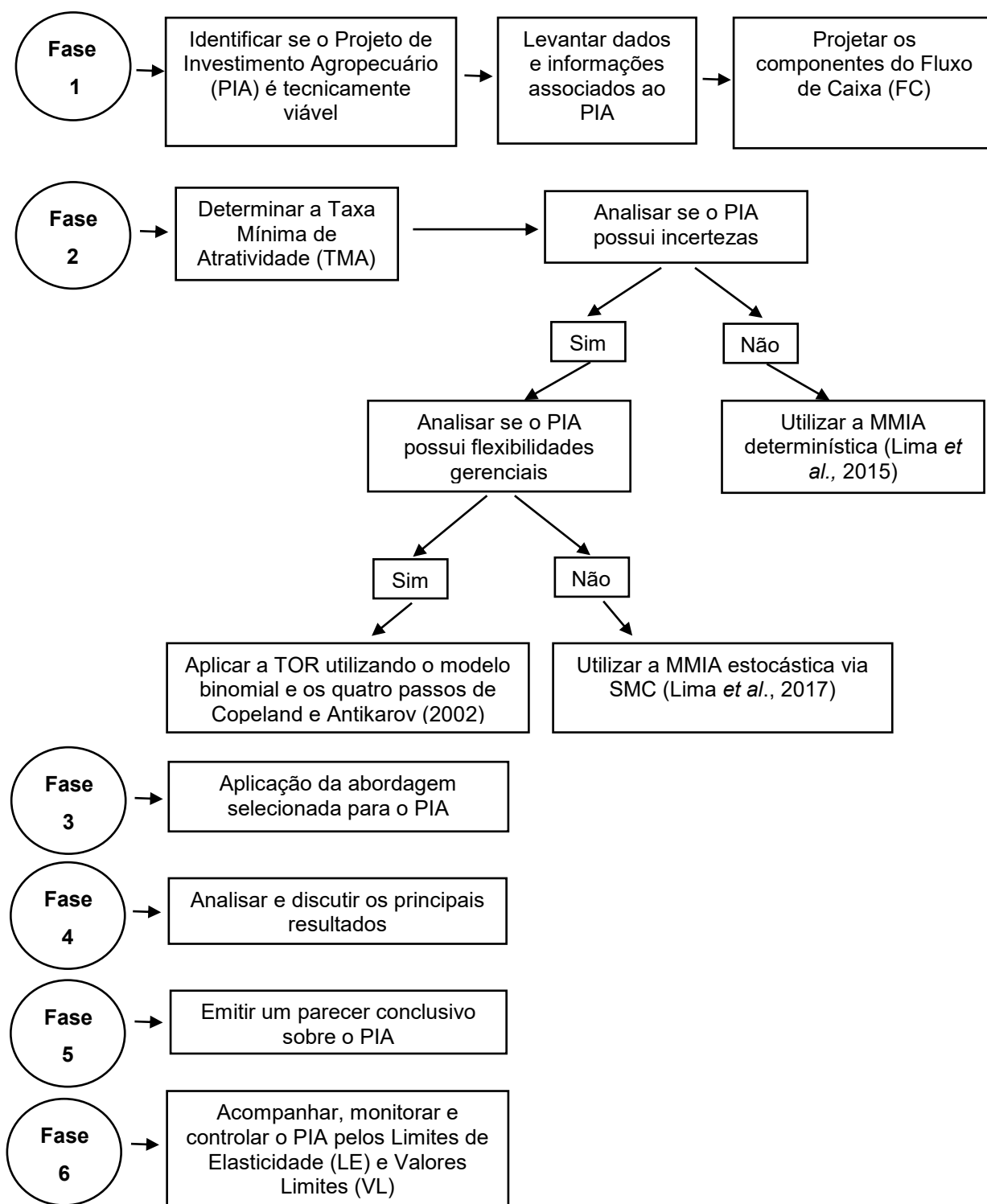
Neste capítulo é apresentado a proposta do framework e os *outputs* da análise de VE disponíveis para avaliar PIA. Os resultados da aplicação do *framework* nos estudos de caso objetivando avaliar sua aplicabilidade também estão apresentados nessa seção.

4.1 PROPOSIÇÃO DO *FRAMEWORK*

A presente pesquisa tem como objetivo geral desenvolver um *framework* para a análise de VE de PIA que contenham adequabilidade técnica, incorporando as especificidades e complexidades de cada projeto. Para isto, foi construído o *framework* apresentado na Figura 10.

O *framework* apresentado na Figura 10 está dividido em 6 fases. Ele apresenta as fases para o levantamento de dados sobre o PIA, evidenciando as características do projeto, análise e conclusão sobre os resultados obtidos e o acompanhamento e monitoramento do projeto. Essas fases serão detalhadas na sequência. É indispensável ressaltar que todos os PIA antes de entrar na análise de VE precisam ter viabilidade técnica, já que isso não está sendo considerado na presente pesquisa.

Figura 10 - *Framework* para identificar a forma mais adequada de avaliar a VE de um PIA



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Fase 1 são evidenciadas informações básicas, mas fundamentais para a continuidade do processo de escolha da abordagem de análise. Nesta

fase, é necessário identificar os objetivos do PIA, suas principais informações e elaborar as projeções do FC. Essa fase, por ser a inicial, é fundamental para uma análise de VE confiável, se as informações não forem levantadas de forma correta, ou se não representarem a realidade, certamente a escolha de qual a melhor metodologia ou abordagem de análise está comprometida.

O primeiro passo da Fase 2 é determinar a TMA esperada para o PIA, considerando o investimento inicial, oportunidades e o risco do negócio. A partir da definição da TMA, deve-se analisar se dentre as características do PIA existem incertezas. Nos PIA que não possuem incertezas, deve-se aplicar a MMIA determinística (LIMA *et al.*, 2015).

Por outro lado, nos PIA que possuem incertezas, é preciso analisar se existem FG. Nos PIA que possuem apenas incertezas é aplicado a MMIA estocástica via SMC (LIMA *et al.*, 2017). Por fim, em PIA que possuem incertezas e FG, o adequado é a utilização da TOR (Copeland e Antikarov, 2002). Os *outputs* de cada abordagem estão apresentados na Figura 11.

A Fase 3 é caracterizada pela aplicação da abordagem escolhida para analisar o PIA. Depois da aplicação realiza-se a discussão dos resultados na Fase 4. Na Fase 5 é emitido um parecer conclusivo sobre a análise econômica realizada.

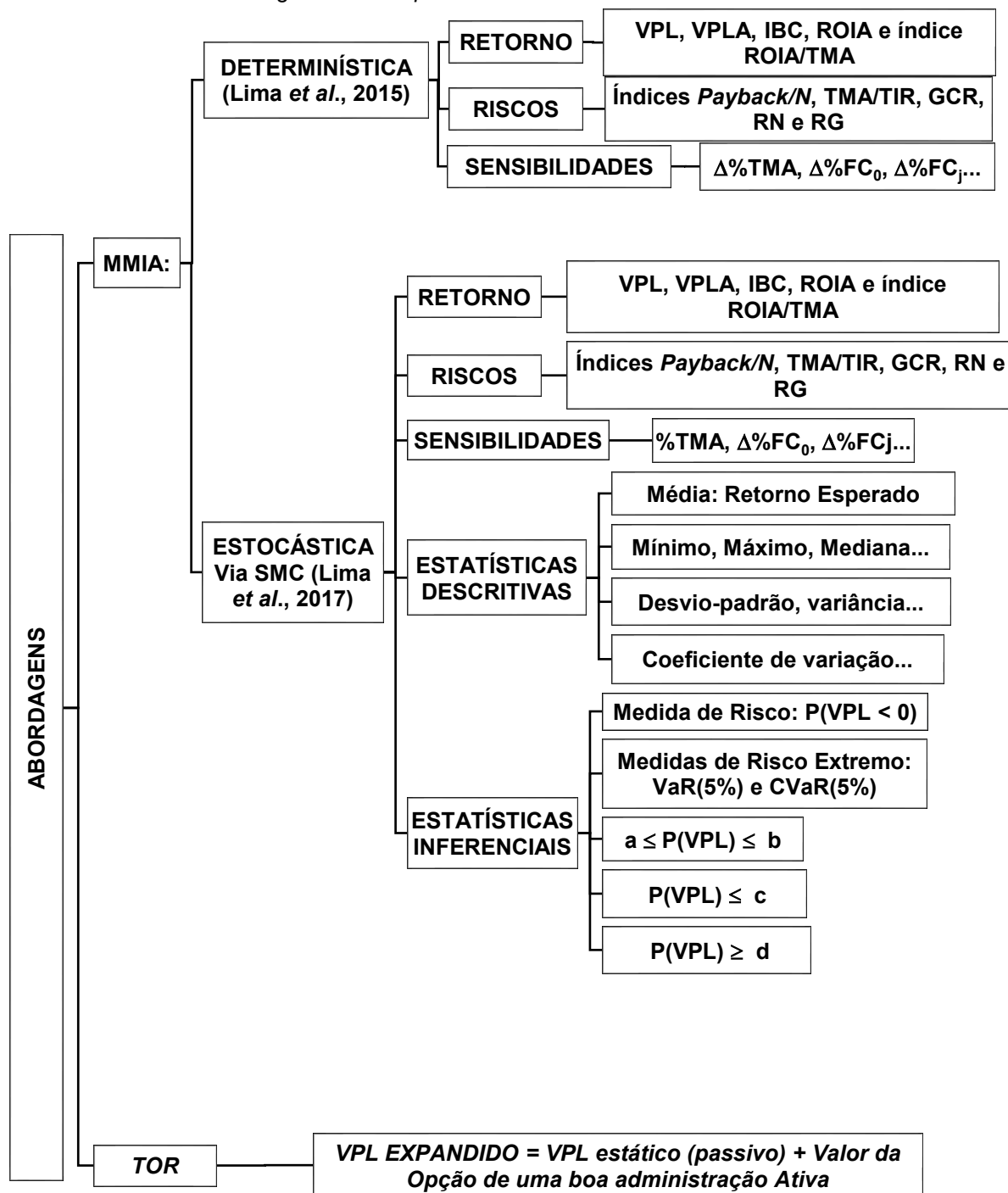
Após a realização das 5 primeiras fases, já existirá um posicionamento sobre o PIA (economicamente viável ou inviável). A partir desse ponto, o investidor realiza a opção de investir, não investir, adiar ou antecipar o investimento no PIA. A Fase 6 do *framework*, consiste no acompanhamento do PIA, caso seja feita a opção pelo investimento. Desta forma, ao longo da execução do PIA, o investidor deve analisar se os resultados estão de acordo com o que foi projetado. Se isso não ocorrer, o investidor deve implementar ações para corrigir desvios.

4.2 OUTPUTS DA ANÁLISE DE VE DE PIA

A aplicação do *framework* em PIA, proporciona a utilização de vários indicadores de análise. As características de cada projeto vão indicar qual

metodologia é a mais adequada, e quais os indicadores devem ser analisados. Os resultados desses indicadores podem ser definidos como *outputs*. A Figura 11, apresenta os *outputs* da análise de VE disponíveis no *Framework* proposto para avaliar PIA.

Figura 11 – *Outputs* da análise de VE de PIA



Fonte: Elaborada pelo autor a partir de Lima et al. (2018)

Na Figura 11, a MMIA está dividida em duas partes: a determinística, que possui os indicadores de retorno, riscos e sensibilidade; e a estocástica via SMC que além dos indicadores de retorno, riscos e sensibilidade apresentam elementos de estatísticas descritivas e inferenciais. A outra abordagem apresentada é a TOR, que possibilita o cálculo do VPL expandido. Os indicadores da Figura 11 já foram apresentados e comentados no Capítulo 2.

4.3 ESTUDOS DE CASO

A aplicabilidade do *framework* proposto neste estudo foi testada na análise de três estudos de caso. O primeiro foi a substituição de um equipamento agrícola na produção de leite, atividade predominante entre pequenos produtores da região oeste catarinense. O segundo estudo foi a implantação de uma nova cultura, a produção de nóz pecã em uma propriedade rural do sudoeste paranaense. Por fim, no terceiro estudo de caso, foi analisada a proposição de uma produção integrada de lavoura, pecuária e floresta, os chamados SAFs, ou sistema agrossilvipastoril, uma tendência que vem sendo trabalhada nas últimas décadas.

4.3.1 Substituição de equipamento

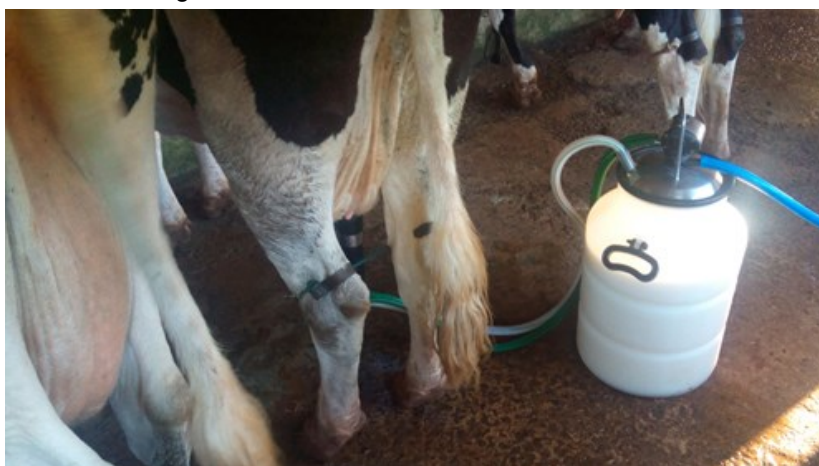
O estudo de caso foi realizado em uma propriedade rural da chamada AF, localizada, no município de São Lourenço do Oeste, região Oeste do estado de Santa Catarina. A propriedade tem como atividade principal a produção de leite, atualmente com um plantel de 15 vacas em lactação, 3 vacas secas, 7 novilhas em preparação para a produção leiteira e 5 bezerras. A alimentação média diária das vacas em lactação é composta por 10 kg de silagem de milho e 4 kg de ração, produzindo uma média diária de 25,75 L de leite por animal.

Todas as atividades (produção e administração) são realizadas pela família proprietária, composta por 3 pessoas. Com área total de 12,5 hectares

(ha), sendo 4 ha utilizados para plantio mecanizado de milho para a produção de silagem e posterior alimentação dos animais. A propriedade ainda conta com 6 ha de área de pastagem, 0,7 ha destinados a instalações e sede da propriedade, 1,5 ha de reserva legal e 0,3 ha de Área de Preservação Permanente (APP).

Na atualidade, a propriedade conta com uma ordenhadeira conhecida como balde ao pé. O uso dessa tecnologia gera movimento cansativo (colocação do conjunto de teteiras para ordenha no animal, por exemplo) o qual pode ocasionar futuros problemas de saúde. Para realizar esse movimento é necessário que o operador da atividade se agache até próximo do chão para colocar o conjunto de teteiras no animal. Nesse caso, os operadores ficam no mesmo nível dos animais, como apresentado na Figura 12.

Figura 12- Sala de ordenha atual do Sítio Vilani



Fonte: Imagem registrada pelo autor

Uma alternativa para resolver o problema seria a modificação da sala de ordenha para uma estrutura de contenção como ilustrado na Figura 13. Nesse caso, a estrutura serve para disciplinar o animal em seus movimentos na entrada e saída da sala de ordenha, assim como tem a função de deixar o operador em um nível mais baixo que o animal, evitando o agachamento durante a ordenha.

Figura 13 - Sala de ordenha estrutura de contenção



Fonte:

<http://cienciatecnologiafoco.blogspot.com/2015/11/ordenhadeiramecanicaagropecuaria.html>

A opção por um estudo de caso na AF justifica-se pela necessidade de melhorias no processo produtivo do setor, principalmente quando se trata de evitar desperdícios e melhorar as condições ergonômicas. Na maioria das propriedades, a produção de leite é a principal ou a única atividade desenvolvida, o que requer maior cuidado para que não haja problemas graves e prejuízos que podem ser fatais para a sustentabilidade financeira da propriedade.

A partir da seleção do caso, deve-se determinar os métodos e técnicas tanto para a coleta quanto para a análise dos dados. Assim, devem ser empregadas múltiplas fontes de evidências (CAUCHICK, 2007).

Além dos benefícios ergonômicos e de saúde animal, a substituição de uma ordenha balde ao pé, para uma ordenha canalizada, busca um melhor desempenho econômico. Esse comparativo econômico foi realizado com base na utilização do *framework* proposto para análise de VE de PIA. O horizonte de planejamento determinado para análise foi de 15 anos, período no qual o equipamento pode trabalhar sem perda considerável de capacidade produtiva.

O levantamento de dados realizado na propriedade produziu informações como: características da propriedade, manejo dos animais, produtividade, custos e receitas. De posse destas informações, iniciou-se a

aplicação do *framework*, para identificar qual a metodologia e indicadores de análise, são os mais adequados para as características desse PIA.

Na primeira fase do *framework*, tem-se a identificação do PIA e levantamento das informações para construir o Fluxo de Caixa (FC). O FC para análise são as despesas e receitas adicionais que o investimento incremental gera na atividade.

A segunda fase começa com a definição da TMA, que também pode ser definida como taxa quase livre de riscos, isto é, títulos de baixo risco e com liquidez. Para o contexto atual, essa taxa está estimada em 10% ao ano (STRAPASSON *et al.*, 2018; BENDLIN *et al.*, 2019).

Com o FC construído e a TMA definida, foram aplicadas as duas questões que direcionam a metodologia a ser utilizada na análise. São elas:

- O PIA possui incertezas? Resposta: Não
- O PIA possui FG? Resposta: Não.

Seguindo o que foi proposto no *framework*, os projetos que não possuem incertezas, podem ser analisados pela MMIA determinística (LIMA *et al.*, 2015). Essa metodologia possui 3 grupos de indicadores: os indicadores de retorno (VPL, VPLA, IBC, ROIA e o índice ROIA/TMA), os indicadores de riscos (*índices Payback/N* e TMA/TIR) e os indicadores de Sensibilidades ($\Delta\%TMA$, $\Delta\%FC_0$, $\Delta\%FC_j$, VL do FC_0 e VL do FC_j).

O investimento inicial (FC_0) projetado para implantação da melhoria, é de R\$ 30.838,88, gerando um aumento no FC de R\$ 27.276,79 a.a. e um valor residual do equipamento de R\$ 6.167,78. O Quadro 2 apresenta os resultados dos principais indicadores da MMIA, obtidos na análise do PIA de substituição de equipamento.

Quadro 2 – Resultado dos indicadores de análise pela MMIA

Indicadores	Indicadores	Resultado
Retorno	VPL	R\$ 178.107,07
	VPLA	R\$ 23.416,41
	IBC	6,77
	ROIA	13,60%
	ROIA/TMA	136,05%
Risco	<i>Payback</i>	2 anos
	TMA/TIR	11,31%
Sensibilidades	$\Delta\%TMA$	784,44%
	$\Delta\%FC_0$	577,54%
	$\Delta\%FC_j$	85,24%
	VL do FC_0	R\$ 208.945,95
	VL do FC_j (1 a 14)	R\$ 4.025,85
	VL do FC_j 15	R\$ 4.936,17

Fonte: Elaborado pelo autor

A análise começa pelos indicadores de retorno. Espera-se que o VPL do PIA, ou seja, o Valor Presente Líquido que o investimento vai gerar, descapitalizado pela TMA, seja de R\$ 178.107,07. O VPLA é o ganho anual do projeto, também considerando como taxa de desconto, a TMA (SOUZA E CLEMENTE, 2012). No PIA em análise é esperado um VPLA de R\$ 23.416,41. O IBC esperado do projeto é de 6,77, ou seja, a cada R\$ 1,00 investido, projeta-se um retorno de R\$ 6,77.

O ganho esperado, além da TMA, é representado pelo ROIA, considerado o melhor indicador de rentabilidade, pois representa o ganho extra decorrente do Investimento realizado (SOUZA; CLEMENTE, 2012). O ROIA do PIA analisado apresentou um valor de 13,60% ao ano. Para medir o retorno extra do investimento em todo o horizonte de planejamento, utiliza-se o indicador ROIA/TMA, que no PIA em análise, apresentou um valor de 136,05%.

No tocante aos riscos aliados a execução do PIA analisado, o investimento apresenta um retorno (*Payback*) em aproximadamente 2 anos. Por outro lado, o índice TMA/TIR, resultou em 11,31%, esse indicador representa a razão entre o percentual oferecido pelo mercado (TMA) e o rendimento máximo esperado (TIR) pelo PIA.

Os indicadores de sensibilidade apresentam, quanto os parâmetros podem variar, mantendo o projeto economicamente viável. A variação máxima

admitida para a TMA, representada pelo indicador $\Delta\%TMA$ é de 784,44%. Já o investimento inicial suporta uma variação máxima de aumento de até 577,54% ($\Delta\%FC_0$), mantendo o projeto ainda viável. A variação de redução do FC, representada pelo indicador $\Delta\%FC_j$, pode ser de até 85,24%.

Continuando a análise pelos Valores-Limites (VL), tem-se o VL do FC_0 . Esse indicador representa que o projeto suporta um FC_0 de no máximo R\$ 208.945,95, ainda sendo economicamente viável. Já o FC_j mínimo suportado pelo projeto, mantendo-o economicamente viável é de R\$ 4.025,85, do 1º ao 14º ano, e de cerca de R\$ 4.936,17 para o 15º, devido ao Valor Residual (VR) do equipamento.

Com base nos resultados da análise realizada, é possível concluir que o PIA de substituição de equipamento é economicamente viável, com retornos de nível alto e riscos de nível médio, conforme escala proposta por Lima *et al.* (2018). Com relação aos indicadores de sensibilidade, sugere-se acompanhamento do indicador FC_j , sendo o indicador mais sensível para a manutenção da VE do PIA. Assim, sugere-se a implantação do PIA, e nota-se que a MMIA sugerida para análise pelo *framework*, atendeu as expectativas e apresentou as informações necessárias para tomada de decisão.

4.3.2 Implantação de uma nova atividade

O Brasil é um dos 3 maiores produtores mundiais de frutas, com cerca de 45 milhões de toneladas produzidas (EMBRAPA, 2020). De acordo com a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB), o cultivo de plantas frutíferas está em ascensão no Brasil, isso porque a atividade serve, na maioria das vezes, como nova alternativa de renda para pequenos produtores (SEAB, 2015).

A noqueira-pecã, dentre as árvores frutíferas, vem se tornando atrativa na região Sul do país, principalmente pela característica do clima temperado, o qual favorece o seu desenvolvimento e produção. O cultivo da noqueira-pecã

também é de fácil manejo e pode ser uma alternativa de renda extra, com produção combinada com outras atividades (NOGARA, 2018).

Atualmente, a produção de nóz-pecã voltou a ter visibilidade no mercado produtivo. Os motivos são, o alto valor agregado das nozes, os investimentos de empresas privadas na produção de mudas e auxílio técnico, a diversidade nas pequenas propriedades agrícolas para sua manutenção e as recentes pesquisas científicas (ROVANI; WOLLMANN; MONTEIRO, 2015).

Os benefícios que a produção de nóz-pecã apresenta, despertou o interesse de pequenos agricultores da região Sudoeste do estado do Paraná. Esses agricultores estão buscando conhecer melhor a produção que já está consolidada no estado do Rio Grande do Sul, fazendo visitas técnicas nas propriedades gaúchas, além de buscas na *internet*, sobre as melhores práticas de manejo. Os produtores paranaenses já investem na cultura a alguns anos com expectativa de renda futura (GIROTTTO; OLIVEIRA; LIMA, 2016).

Como é uma atividade nova na região, e devido a expectativa de crescimento, optou-se pela aplicação do *framework* na análise de VE da implantação de uma nova atividade, a produção de nóz-pecã, como fonte de renda extra para produtores da região Sudoeste do estado do Paraná. A propriedade escolhida para análise dispõe de uma área de 10 hectares, e cultiva 1.000 pés de noqueira-pecã.

Após a escolha do PIA, inicia-se a aplicação do *framework*, com a execução da fase 1, identificação do PIA e levantamento de informações necessária para a análise de VE. De posse dessas informações, foi possível construir o Fluxo de Caixa (FC). Na segunda fase do *framework* foi determinada a TMA do PIA. Para o projeto em questão foi utilizada uma TMA de 10% ao ano (STRAPASSON *et al.*, 2018; BENDLIN *et al.*, 2019).

Com o FC construído e a TMA definida, foram aplicadas as duas questões que direcionam a metodologia a ser utilizada na análise. São elas:

- O PIA possui incertezas? Resposta: Sim.
- O PIA possui FG? Resposta: Não.

As incertezas do projeto, estão na produtividade por planta, no valor do investimento inicial, no preço de venda unitário e nos custos de manutenção. Em relação as FG, foi considerado que não existem FG no PIA, pois uma parcela considerável dos custos é de implantação (plantio das árvores), o que inviabiliza o abandono ou a contração do projeto (derrubada de árvores) durante sua execução.

Seguindo o que foi proposto no *framework*, os projetos que possuem incertezas e não possuem FG, podem ser analisados pela MMIA estocástica via SMC (LIMA *et al.*, 2017). Para Correia Neto (2009), algumas técnicas podem ser incorporadas para avaliar os riscos e suas respectivas probabilidades. A SMC vem sendo aplicada como complementar a mensuração dos riscos, permitindo gerar milhares de cenários e os possíveis resultados, apresentando maior confiabilidade aos dados obtidos (LIMA *et al.*, 2017).

A partir da escolha da metodologia, iniciou-se a fase 3, aplicação da abordagem selecionada. Na análise pela SMC, foi considerada a utilização de recursos próprios e a possibilidade de financiamento pela linha de crédito Agricultura de Baixo Carbono (ABC), linha que preconiza financiamento a investimentos que contribuam para a redução de impactos ambientais causados por atividades agropecuárias, disponibilizada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). O horizonte de planejamento foi considerado de 15 anos.

As informações sobre preços de venda, custos e produtividade foram obtidas por meio de coleta de dados no comunicado técnico 365 disponibilizado pela EMBRAPA (2019b), que apresenta os aspectos e critérios básicos para implantação de pomar de noqueira-pecã.

A produtividade é uma incerteza do PIA. Foi considerada uma distribuição triangular, na qual os parâmetros variam de acordo com o crescimento das plantas. No 5º ano, as noqueiras começam a produzir, e nesse ano foi considerado uma produção mínima de 800 kg/ha/ano, o esperado é que produza 1.000 kg/ha/ano e o máximo projetado é de 1.200 kg/ha/ano. Essa produção aumenta conforme os anos vão passando até o 15º ano, quando as noqueiras atingem o volume máximo da sua produção. No 15º ano foi

considerado uma produção mínima de 1.982 kg/ha/ano, um valor esperado de 2.478 kg/ha/ano e um valor máximo de 2.973 kg/ha/ano.

As demais incertezas do projeto, estão no investimento inicial, nos custos de manutenção e no preço de venda. A Tabela 02 apresenta as variáveis, a distribuição de probabilidades e os parâmetros utilizados para cada variável aleatória.

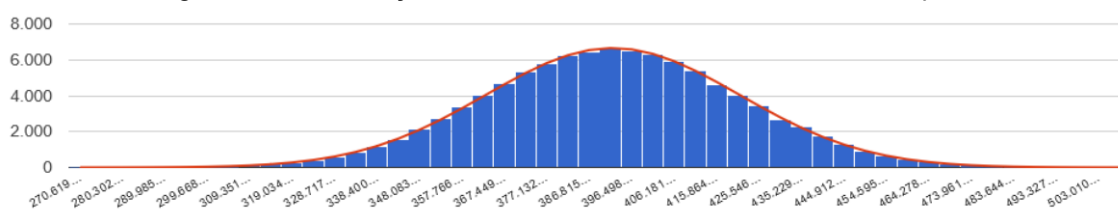
Tabela 2: Distribuição de probabilidades para análise estocástica via SMC

Descrição	Distribuição de probabilidades	Parâmetros
FC ₀ (R\$/ha)	Triangular (Min; +Prov; Máx)	(1.200,00; 1.400,00; 1.600,00)
Receitas R\$/kg	Triangular (Min; +Prov; Máx)	(11,34; 13,23; 15,12)
Custos R\$/ha	Triangular (Min; +Prov; Máx)	(2.500,00; 3.000,00; 3.500,00)

Fonte: Elaborada pelo autor com base nas informações da EMBRAPA (2019b).

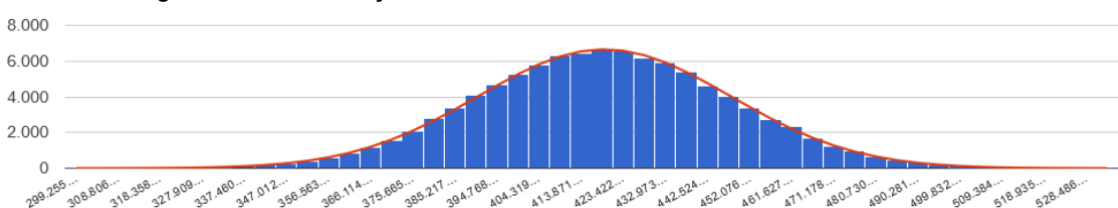
Considerando essas variáveis, foram simuladas 100.000 interações, utilizando o aplicativo web \$AVEPI®. A fase 4 (analisar e discutir os principais resultados), iniciou com a análise do retorno econômico-financeiro. Como pode ser observado na Figura 14, o PIA apresenta retorno financeiro entre R\$ 270.619,74 e R\$ 512.693,52, na modalidade de investimento com recursos próprios. Por outro lado, a Figura 15 apresenta retorno financeiro entre R\$ 299.255,57 e R\$ 538.037,89 na modalidade de investimento com financiamento. Por fim, o Quadro 3 apresenta os *outputs* da SMC, aplicada no PIA na produção de nóz-pecã. Esses *outputs* são as informações correspondentes ao grupo das estatísticas descritivas apresentadas no *framework*.

Figura 14 – Distribuição de Probabilidades do VPL Recursos Próprios



Fonte: Elaborada no aplicativo web \$AVEPI® (2019).

Figura 15 – Distribuição de Probabilidades do VPL Financiamento + TMA



Fonte: Elaborada no aplicativo web \$AVEPI® (2019).

Quadro 3 - Probabilidades segundo a SMC para Recursos Próprios e Financiamento+TMA

Modalidade	Recursos Próprios		Financiamento + TMA	
	VPL	TIR	VPL	TIR
Estatísticas Descritivas				
Médio	R\$ 394.610,54	22,91%	R\$ 421.544,76	35,20%
Mínimo	R\$ 270.619,74	19,28%	R\$ 299.255,57	28,90%
Máximo	R\$ 512.693,52	26,78%	R\$ 538.037,89	43,05%
Desvio-padrão	R\$ 29.007,27	0,93%	R\$ 28.617,11	1,65%

Fonte: Elaborado no aplicativo web \$AVEPI® (2019).

Sob a ótica econômica, ambas as modalidades (recursos próprios e financiamento) de execução do PIA são viáveis, com um retorno maior na modalidade de financiamento. O VPL médio obtido na análise da modalidade com recursos próprios foi de R\$ 394.610,54 e na modalidade com financiamento foi de cerca de R\$ 421.544,76. A média da TIR também obteve melhor resultado na opção com financiamento, 35,20%, e 22,91% na opção com recursos próprios.

A dispersão medida pelo desvio-padrão, é uma indicação da amplitude dos resultados. Essa dispersão pode ser considerada uma medida de risco, porém, não é fácil enquadrar um PI em uma escala de risco por meio dessa informação, sendo indicado medir os riscos extremos pelo uso do *VaR* (os piores casos 1% e 5%) e o *CVaR* (a média dos piores casos de 1% do *VaR*) (LIMA *et al.*, 2017a). O Quadro 4 apresenta os resultados do *VaR* e do *CVaR* para o projeto em análise. Observando o Quadro 4, pode-se verificar que mesmo para os piores cenários propostos o investimento apresenta VE.

Quadro 4 – Value at Risk (*VaR*) e Conditional Value at Risk (*CVaR*)

Modalidade	Recursos Próprios		Financiamento + TMA		
	Nível (α)	VaR (R\$)	CVaR (R\$)	VaR (R\$)	CVaR (R\$)
	1%	R\$ 327.129,53	R\$ 317.737,04	R\$ 354.971,41	R\$ 345.745,19
	5%	R\$ 346.897,82	R\$ 334.922,34	R\$ 374.473,81	R\$ 362.708,61

Fonte: Elaborado no aplicativo web \$AVEPI® (2019).

Outro resultado importante é que a $P(VPL < 0)$. O PIA analisado pelas duas modalidades, com recursos próprios e com financiamento, obteve uma resposta de 0,00%, ou seja, em nenhuma das 100.000 interações realizadas, o VPL obteve um valor negativo. Essa informação representa a confiança da VE do projeto em análise.

Os resultados apresentados pela MMIA via SMC (LIMA *et al.*, 2017a) confirmam a VE econômica da produção de nóz-pecã, independente da modalidade de recursos escolhida, pois apresentam boa rentabilidade e baixo risco de não se pagar. Entretanto, a modalidade de investimento com financiamento apresenta melhores perspectivas de retorno, sendo a opção recomendada.

Inicia-se a fase 5 do *framework*, que é a elaboração de um parecer conclusivo do PIA. Conclui-se que o PIA é viável economicamente, apresentando bons retornos e baixos riscos, dessa forma, indica-se a implantação da produção de nóz pecã. Outra conclusão obtida é que a SMC, foi uma ferramenta válida para a análise do projeto, possibilitando a tomada de decisão, demonstrando assim, a funcionalidade do *framework*.

4.3.3 Implantação de um sistema agroflorestal

Segundo Cordeiro *et al.* (2018), na atualidade os produtores rurais têm despertado interesse nos Sistemas Agroflorestais (SAF), principalmente, em razão dos altos custos necessários para implantação e manutenção de florestas. Outro motivo, é a necessidade de implementação de projetos que busquem conciliar a redução de impactos ambientais, com o desenvolvimento econômico.

Nesse contexto, realizar uma análise de VE de um SAF, é de suma importância para o produtor rural, permitindo que o decisor tenha um melhor conhecimento dos custos, receitas, retornos e riscos da atividade (VARELA; SANTANA, 2009). Assim, tendo em vista a relevância de investimentos em SAF, para o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade, optou-se para análise de VE da implantação de SAF, utilizando o *framework* como subsídio para a definição da metodologia de análise.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019), a terceira estimativa realizada sobre a safra 2019/20 aponta para um crescimento na produção brasileira de grãos em comparação à safra passada. A expectativa

atual é de um volume total na ordem de 246,6 milhões de toneladas, apresentando um incremento de 1,9% em relação à safra 2018/19.

As principais culturas produzidas na safra 2019/20 serão soja, milho, arroz e algodão. A produção de soja deverá atingir 121 milhões de toneladas, o milho deverá alcançar 98,4 milhões de toneladas, o arroz deverá chegar a produção de 10,5 milhões de toneladas e o algodão em caroço, 6,8 milhões de toneladas. A safra 2019/20 de soja deverá ter um aumento na área plantada de 2,6% com relação a 2018/19, continuando a tendência de crescimento das últimas safras (CONAB, 2019).

Segundo a EPAGRI (2019), o cultivo de soja no Sul do estado de Santa Catarina avança sobre áreas antes ocupadas por milho, feijão e até arroz em menor escala. A produtividade da soja oscila entre 3.000 kg/ha a 4.146 kg/ha. Estima-se que nas regiões Oeste e Extremo Oeste, em especial no Vale do Rio Uruguai, existam mais de 30 mil hectares de cultivo de soja, apenas atrás do milho em grão e silagem. A produção total esperada na safra 2019/20 é de 2,48 milhões de toneladas, 5,32% superior à safra 2018/19.

A silvicultura é um segmento importante do agronegócio nacional. O interesse de produtores na atividade de silvicultura vem crescendo e pode-se afirmar que é uma atividade rentável, mesmo em períodos de crise. Em maiores áreas de terra, as margens de lucro podem ser ainda maiores, por ter a economia de escala, comprando insumos a menor custo e rateando o custo fixo entre um maior número de plantas. Outra vantagem da atividade é a possibilidade de aguardar uma melhora do mercado, sem perder qualidade do produto e sem custos de armazenamento, contando ainda com o crescimento contínuo da floresta, que vai agregando valor (PESSOA; RIBEIRO, 2017).

Dentre as florestas cultivadas no Brasil, o eucalipto é a principal espécie, representando o maior investimento da área florestal, com 5.192 milhões de hectares cultivados e 71% das florestas das empresas filiadas à Associação Brasileira de Florestas Plantadas (ABRAF, 2013). Em Santa Catarina, a área plantada é de 660,7 mil hectares, sendo o estado que detém a 6ª maior área plantada no Brasil, com 82% de Pinus, 17% de Eucalipto e apenas 1% com outras espécies (ACR, 2016).

Segundo Bendlin *et al.* (2016), os eucaliptos geralmente apresentam um crescimento rápido e é uma madeira de alta densidade. Além da produção de carvão e madeira, o eucalipto também é utilizado na produção de mel, óleos essenciais, dormentes, papel, celulose, postes, madeira roliça para construções, entre outros derivados de madeira.

O estudo de Bendlin *et al.* (2016) analisou os indicadores de retorno e riscos do investimento na produção de eucaliptos, considerando também as variáveis da atividade. Esses autores concluíram que o cultivo de eucaliptos destinados à produção energética (lenha) ou produção de madeira em toras é uma atividade rentável no estado de Santa Catarina.

Dentro da silvicultura está muito clara a importância da sustentabilidade. Segundo Alipio (2013), existe a consciência de que é necessário produzir seguindo os preceitos ambientais, sociais e econômicos, atendendo as necessidades do presente, mas sem comprometer as gerações futuras, pois ao longo do tempo só são realmente competitivos aqueles que são sustentáveis.

Outra atividade de destaque no cenário do agronegócio brasileiro, é a pecuária de bovinos de corte. Segundo a CEPEA (2019), o ramo pecuário teve forte alta no PIB de janeiro a setembro de 2019, acumulando um crescimento em todos os meses e totalizando 10,76% na parcial do ano. Assim, o ramo pecuário segue impulsionando o PIB do agronegócio.

O segmento da pecuária vem se destacando e beneficiando da maior demanda por proteína animal do continente asiático, devido à Peste Suína Africana, que assola os países desse continente. Assim, o aumento significativo dos preços nas cadeias pecuária (carne bovina, suína e de aves) para suprir o incremento da demanda externa, associado com a expansão da produção, tem impulsionado o PIB do segmento (CEPEA, 2019).

No terceiro exemplo sobre a aplicação do *framework*, houve a escolha por um PIA que faça a integração de atividades, buscando maximizar o retorno e minimizar os riscos econômicos. A proposição desse estudo de caso, é a análise de VE da implantação de um SAF. O estudo de caso, foi realizado em uma propriedade rural de grande porte localizada no município de Campo Erê,

região Oeste do estado de Santa Catarina. A propriedade tem como atividade principal a produção de grãos, com destaque para o cultivo de soja.

Atualmente, a propriedade rural utiliza mão de obra contratada para atividades de plantio e colheita, sendo administrada pelos seus proprietários. Com área total de 640 ha, sendo 500 ha utilizados para plantio mecanizado, a propriedade rural se destaca em uma região na qual a Agricultura Familiar (AF) é predominante. A escolha de uma grande propriedade para realizar a análise, tem como justificativa, a possibilidade de criar situações combinando o cultivo de eucalipto em grande escala, a produção de grãos com no mínimo duas culturas por safra, realizando de duas a três safras por período e a produção de gado de corte para fins comerciais.

Após a escolha do PIA, inicia-se a aplicação do *framework*, com a realização da fase 1, identificação do PIA e o levantamento de informações necessária para a análise de VE. Com essas informações coletadas é possível construir o Fluxo de Caixa (FC), o qual foi projetado com o auxílio do software MS-Excel®, em um horizonte de planejamento de 10 anos (2020 a 2029).

A utilização da terra foi distribuída da seguinte maneira, 160 ha para produção de gado de corte (incluindo áreas de lavoura para alimentação dos animais), 90 ha de eucalipto e 250 ha de plantio de grãos. Na área destinada a produção de grãos, foram utilizadas como culturas predominantes, a soja e o milho, com duas safras anuais, uma de cada cultura.

No inverno foi considerado o plantio de aveia para cobertura do solo. Foi considerado também, entre a rotatividade das culturas alguns períodos de pousio, para recuperação do solo. Para realizar a rotatividade de culturas não foi considerado o período de vazio sanitário, já que o estado de Santa Catarina ainda não estabeleceu uma normativa quanto a esse procedimento.

Após a coleta de informações e construção do FC, inicia-se a fase 2, com a determinação da TMA ou taxa livre de risco (Rf). Foi utilizada a taxa básica de juros (Selic) do período de realização de análise (outubro de 2019), no qual o índice está 4,9% ao ano (BCB – Banco Central do Brasil, 2019).

Seguindo o proposto pela fase 2 do *framework*, aplica-se as duas questões que direcionam a metodologia a ser utilizada na análise. São elas:

- O PIA possui incertezas? Resposta: Sim
- O PIA possui FG? Resposta: Sim.

Seguindo o que foi proposto no *framework*, os PIA que possuem incertezas e FG devem ser analisados pela Teoria das Opções Reais (TOR) utilizando o modelo binomial e os quatro passos de Copeland e Antikarov (2002). A utilização do modelo binomial possibilita a captação do valor das Opções Reais (OR) em cada nó do modelo, de projetos de diversificação de produção rural, identificando as oportunidades de investimento, que não são consideradas nos métodos de análise tradicionais (NARDELLI; MARCELO, 2011).

Depois de definida a metodologia de análise, tem início a fase 3, com a sua aplicação, a qual foi realizada por meio de programação de planilhas no software MS-Excel®. Primeiramente, foi necessário definir alguns parâmetros para análise. Os que já estão identificados são:

- Número de períodos: 10 anos (2020 a 2029);
- TMA (*Rate free* – Rf): 4,9% ao ano (taxa básica de juros); e
- VPL (R\$/ha): 9.646,55 (calculado a partir da projeção do FC).

Além das características apresentadas, é necessário obter uma estimativa do valor de volatilidade (risco) da opção para construir a Árvore de Eventos. Essa é a parte mais complexa e fundamental, na definição dos *inputs* de análise. Diante da não existência de referências históricas da volatilidade para esse tipo de investimento, é necessário usar uma medida de aproximação para estimá-la (SOUZA; BALDISSERA; BERTOLINI, 2019).

Assim, a volatilidade (σ) do PIA foi calculada com base nos preços das atividades analisadas: soja, milho, eucalipto e gado de corte. Buscou-se a série histórica de preços mensais das atividades dos últimos dez anos (2009 a 2018), na base de dados da CEPEA e da SEAB e deflacionou-se a série por meio do índice IGP-M encontrado no sítio eletrônico da Fundação Getúlio Vargas, com base em 31/12/2018. Com os resultados foi calculado o desvio-padrão das séries

de preços e utilizada uma média ponderada para encontrar o resultado da volatilidade (σ). O valor encontrado foi a de " σ " 18,23%.

Com a volatilidade definida, é possível calcular os movimentos "u" (movimento ascendente) e "d" (movimento descendente) e as suas probabilidades, com as equações nº 7, 8, 9, 10, apresentadas na seção 2.2.4. Os resultados obtidos são:

- Volatilidade (σ): 18,23%;
- Movimento ascendente (u): 1,19997;
- Movimento descendente (d): 0,83335;
- Probabilidade neutra ao risco de um movimento ascendente (p): 58,82%; e
- Probabilidade neutra ao risco de um movimento descendente (q): 41,18%;

Os resultados da análise de VE do FC, na forma determinista, apontam para a viabilidade do projeto de implantação de um SAF. O VPL está com o valor de R\$ 9.646,55 por ha. Entretanto, o valor do VPL determinístico não é suficiente para subsidiar a tomada de decisão no cenário atual, pois essa análise não considera o valor de risco, ou seja, a volatilidade do projeto e o valor das FG que estão implícitas neste tipo de investimento. No agronegócio as FG são as opções de expandir, abandonar ou adiar as culturas ou atividades agrícolas.

Para construir a Árvore de Eventos (AE) e seus nós, multiplica-se o valor do VPL pelo valor do movimento ascendente (u) ou descendente (d) em cada período. A árvore binomial de Opções Reais (OR) do projeto de implantação de um SAF está apresentada na Figura 16. Após a construção da árvore binomial, inicia-se a fase 4, com análise dos principais resultados.

O VPL inicial, no período zero, foi de R\$ 9.646,55. Com a aplicação do movimento ascendente (u) no 1º período, o valor do VPL chega a R\$ 11.575,61, já com a aplicação do movimento descendente (d), o VPL encontrado foi de cerca de R\$ 8.038,96. A partir do 2º período, o valor do VPL ascendente do período 1, pode tomar duas formas, ascender novamente (R\$ 13.890,43) ou descender (R\$ 9.646,55). O VPL descendente do período 1 também possui duas

formas, ascender (R\$ 9.646,55) ou descender novamente (R\$ 6.699,28). Os cálculos, acontecem assim, sucessivamente, até o 10º período.

A análise da árvore binomial, apresenta que o VPL de R\$ 9.646,55 no período zero, pode chegar, no melhor cenário possível, a R\$ 59.716,02 no período 10, e a R\$ 1.558,31 no pior cenário possível, no período 10. Essa informação evidencia a VE do projeto, que mesmo no pior cenário possível, apresenta resultados positivos.

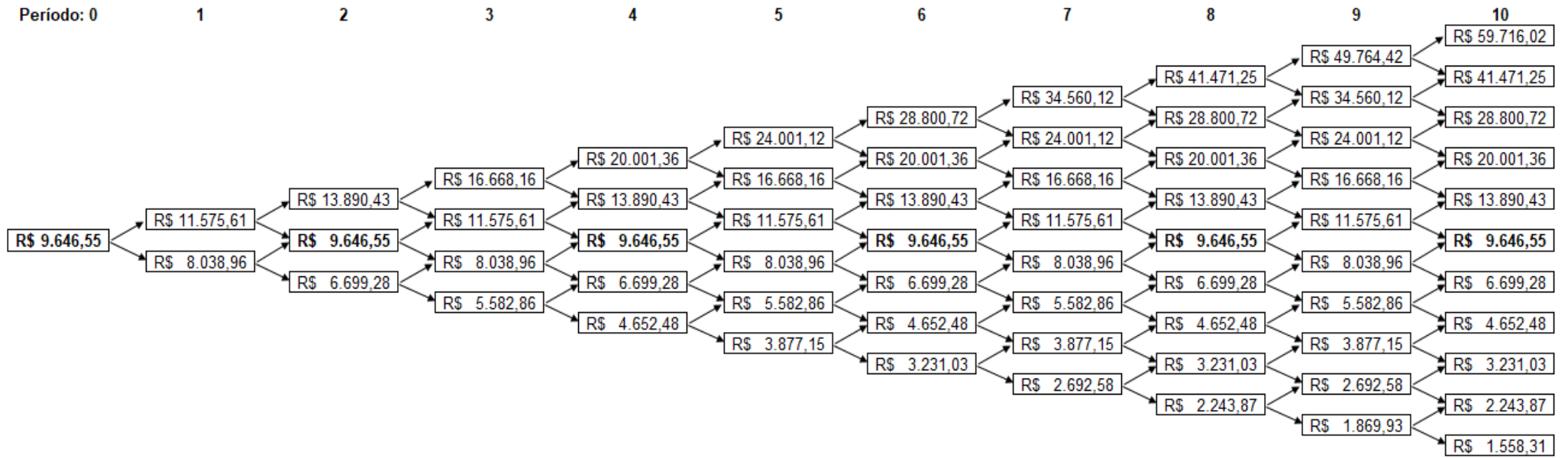
Ampliando a análise foi simulada a redistribuição da utilização da terra para cada atividade. Ampliando a área de plantio de eucalipto e distribuindo da seguinte maneira, 160 ha para o trabalho com gado de corte (incluindo áreas de lavoura para alimentação dos animais), 150 ha de eucalipto e 190 ha de plantio de grãos. Foi construído um novo FC e uma nova árvore com os parâmetros já encontrados anteriormente. A árvore está apresentada a Figura 17.

Nesse novo cenário, o resultado do VPL no melhor cenário possível chega ao valor de R\$ 62.275,42, ou seja, R\$ 2.559,39 a mais que na situação proposta anteriormente. Assim, é economicamente viável a ampliação da área de plantio de eucalipto.

A fase 5 do *framework*, tem como objetivo, emitir um parecer conclusivo sobre o projeto. A análise de VE apresentou resultados positivos, mesmo submetendo o VPL a situações de riscos e considerando uma TMA livre de riscos. Assim, a implantação de um SAF, mostra-se como uma alternativa favorável ao produtor agrícola, principalmente pela diluição dos riscos do setor ao diversificar atividades ao longo dos anos.

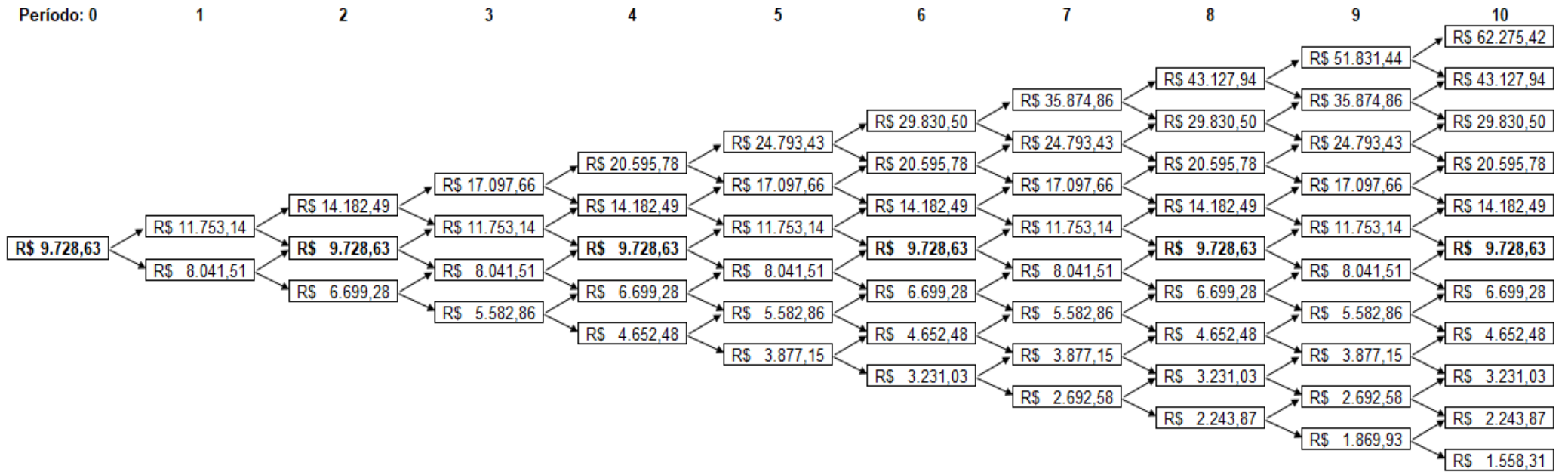
Com relação a utilização do *framework*, conclui-se que a ferramenta foi fundamental na definição da forma de análise, optando por uma metodologia que contemple os riscos e a FG que os SAF apresentam, aprofundando a análise. A utilização da TOR, mostrou-se importante para a observação dos possíveis resultados que a implantação de um SAF pode apresentar.

Figura 16 – Árvore Binomial de Opções Reais do projeto de implantação de um SAF



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 17 – Árvore Binomial de Opções Reais da expansão da área de plantio de eucalipto – Opção Americana



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.4 DISCUSSÃO DAS VANTAGENS E LIMITAÇÕES DO FRAMEWORK

Os investimentos em projetos no setor agropecuário são frequentes e fundamentais. A tecnologia está facilitando o desenvolvimento do setor, mas também faz com que as exigências do mercado sejam maiores. A diversidade de segmentos gera um elevado número de possibilidades de investir e faz com que os tipos de PIA cresçam a cada safra.

Não há unanimidade entre a forma de avaliação de um PIA. Encontra-se na literatura vários estudos sobre um mesmo tipo de PIA com a avaliação de formas diferentes. A contribuição desse trabalho está em apresentar uma ferramenta diferenciada em relação aos estudos anteriores, buscando juntar as características de várias formas de análise, para formar uma sistemática de análise de PIA, respeitando as características e complexidades de cada PIA.

Observando as características do setor agropecuário, identifica-se que a variabilidade dos fatores é uma presença constante. A complexidade de um PIA pode ser mais elevada do que a do setor industrial. Contudo, quem avalia a VE de PIA, em geral, tem menos conhecimento. A partir disso, nota-se que existe uma lacuna de pesquisa no estudo da análise de investimentos no setor agropecuário, possibilitando o desenvolvimento de pesquisas utilizando-se de ferramentas estocásticas de análise.

Com o objetivo de desenvolver um *framework* para auxiliar a análise de VE de PIA, o presente trabalho, apresentou uma nova ferramenta para auxiliar a escolha de qual metodologia de análise deve-se usar em cada projeto. O *framework* foi apresentado e validado. Durante a validação, realizada com a aplicação da ferramenta na análise de três PIA, foram identificadas vantagens e limitações que estão comentadas nessa seção.

A principal vantagem do *framework* é o auxílio que ele oferece para definir qual a metodologia de análise, deve-se utilizar em cada projeto. Com algumas características do projeto, já é possível definir a metodologia de análise e saber quais os *outputs* essa metodologia vai apresentar.

Outra vantagem, é que o *framework*, apresenta uma sequência, que pode ser definida como um direcionamento para a realização da análise de VE. Desta forma, usuários que não dominam as técnicas de análise, podem estruturar estudos e utilizar as metodologias adequadas para cada projeto.

Ainda com relação as vantagens, é necessário destacar, a amplitude da aplicação de *framework*. A ferramenta foi desenvolvida, pensando em atender PIA (que são realizados dentro das propriedades rurais), abrangendo projetos que necessitam pouco investimento, de AF (estudo de caso 1 e 2) até projetos que necessitam de elevados investimentos, da chamada agricultura empresarial (estudo de caso 3).

Com a realização da validação do *framework*, aplicando a ferramenta em três PIA, foi possível identificar a confiabilidade da utilização da ferramenta na escolha da metodologia a ser utilizada, porque nos três estudos de caso analisados, os resultados foram suficientes para subsidiar a tomada de decisão com relação a VE dos projetos. Os três projetos apresentaram VE, com indicadores suficientes que confirmam esses resultados.

Uma etapa fundamental na utilização do *framework*, é a definição da TMA. Nessa fase, o usuário da ferramenta tem liberdade para definir qual é a melhor taxa disponível para aplicação do capital, que apresente maior rentabilidade, alta liquidez e baixo nível de risco.

Outra vantagem que o *framework* contempla, é a fase 6, a qual permite, acompanhar, monitorar e controlar o PIA, utilizando os LE e VL. Nos projetos que foram utilizados para validar a ferramenta, essa etapa não foi executada, sendo que os investimentos ainda não foram realizados. Essa fase permite o acompanhando do PIA durante a sua execução, comparando os valores projetados com os realizados, e monitorando se estão dentro dos limites aceitáveis de VE.

O *framework* também possui algumas limitações. A principal está relacionada com a utilização da ferramenta, apenas em PIA que possuem adequabilidade técnica, ou seja, em propriedades rurais que tenha estrutura

física, relevo, clima e mão de obra para execução do projeto. Sendo que o foco de análise está no desempenho econômico do PIA.

Outra limitação é que o *framework*, foi desenvolvido para ser utilizado no setor agropecuário, segmento em que as incertezas e FG são frequentes. Não foram realizados testes sobre a aplicação do *framework* em outros segmentos, não sendo recomendada a sua aplicação, antes da realização de testes de validação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O agronegócio é um setor importante da econômica nacional, representando 21,1% do PIB nacional e gerando 18,2 milhões de empregos em 2018. O setor está em ascensão, e as perspectivas de crescimento são boas, possibilitando que os produtores rurais realizem investimentos de melhorias, ampliações ou em novas atividades e processos.

Assim, essa dissertação foi desenvolvida com a proposta de apresentar um *framework* para análise de VE de PIA, oferecendo ao pequeno, médio e grande produtor, uma solução para análises de investimentos. Como objetivo geral, buscou-se desenvolver um *framework* para auxiliar a análise de VE de PIA, que contenham adequabilidade técnica, incorporando as especificidades e complexidades (incertezas e FG) de cada PIA. Dentre os objetivos específicos, esperava-se identificar as principais necessidades e características dos PIA, para estabelecer qual a melhor forma de análise de cada projeto, a partir disso, desenvolver o *framework* e utilizá-lo em estudos de caso, para testar a sua aplicabilidade.

Este estudo alcançou os objetivos almejados. O Capítulo 3 apresenta a metodologia e o desenvolvimento da construção do *framework*. No Capítulo 4 estão apresentados o *framework*, os *outputs* da análise de VE de projetos e também os estudos de caso que foram desenvolvidos para validar a aplicabilidade do *framework*. As informações geradas nas análises desenvolvidas com o uso do *framework*, foram suficientes para auxílio na tomada de decisão.

A RSL, possibilitou a identificação de diversas incertezas e FG em PIA. Essa característica do setor, faz com que a análise de VE pela metodologia clássica por meio da abordagem determinista, não apresente resultados suficientes para a tomada de decisão. Na maioria desses projetos, se faz a necessário a utilização da abordagem estocástica, com a uso da SMC e até mesmo a TOR. A partir da identificação das características do PIA, o *framework*, apresenta ao usuário a metodologia adequada para análise.

Para validar a aplicabilidade do *framework* em PIA, foram avaliados três PIA, com características distintas, a fim de identificar as vantagens e limitações do *framework*. No primeiro estudo de caso, com a aplicação do *framework*, os resultados foram satisfatórios, com retorno de nível alto e riscos de nível médio. Assim, sugere-se a implantação do PIA, pois os resultados o apresentam como economicamente viável. Nota-se que a MMIA sugerida para análise pelo *framework*, atendeu as expectativas e apresentou as informações necessárias para tomada de decisão.

O segundo estudo de caso com a aplicação do *framework*, conclui-se que essa produção de nóz-pecã é economicamente viável, apresentando alto retorno e baixos riscos. Outra conclusão obtida é que a SMC, foi uma técnica válida para a análise do PIA, possibilitando a tomada de decisão, confirmando a funcionalidade do *framework*.

No terceiro estudo de caso realizado, a presença de incertezas e FG, fez com que o *framework*, direcionasse a análise para o uso da TOR. A análise de VE apresentou resultados positivos, mesmo submetendo o VPL a situações de riscos. A utilização da TOR, mostrou-se importante para a observação dos possíveis resultados que a implantação de um SAF pode apresentar.

Portanto, tem-se como contribuição do presente estudo: (i) apresentação e validação de um *framework* para análise de VE de PIA, que contenham adequabilidade técnica; (ii) apresentação dos *outputs* que a análise de VE pode apresentar; e (iii) avaliação de três PIA de características distintas, com a utilização do *framework*, para confirmar a sua aplicabilidade e funcionalidade.

Sugere-se, no desenvolvimento de estudos futuros, a validação do *framework* com especialistas em análises de VE de PIA. Também sugere-se a adaptação do *framework* proposto nesse estudo para a análise de VE de Projetos de Investimentos (PI) de outros segmentos da econômica, incrementando as características de cada tipo de projeto e realizando a aplicação para validação do *framework*. Nos estudos de caso analisados sugere-se, que em estudos futuros sejam avaliadas as correlações e influências entre variáveis, como por exemplo, a correlação entre a Taxa Livre de Riscos e Volatilidade na aplicação da TOR.

6 REFERÊNCIAS

- ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS.
Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012 / ABRAF. Disponível em:
<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF09-BR.pdf> Acesso em: 15 jun.
2017.
- ACR – ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS -
Anuário Estatístico ACR 2016 - ano base 2015. Disponível em:
http://www.acr.org.br/download/biblioteca/ACR_2016.pdf. Acesso em 15
jun.2017.
- ALIPIO, A. S. **Anuário Estatístico da ABRAF 2013 - Ano Base 2012.** 2013.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.
Acompanhamento da safra brasileira de grãos. V. 7. Safra 2019/20- N. 2.
2019.
- ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G.; ARAÚJO, A. M. P. Uma proposta metodológica
para o cálculo do custo de capital no Brasil. **Revista Administração**, v.43, n.1,
p.72-83, 2008.
- BATISTELA, G. C.; ALMEIDA, T. S.; MARTINEZ, I.; SIMÕES, D. **Aplicação de
opções reais para análise de investimentos em unidade industrial
citrícola.** XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Maceió,
Alagoas, Brasil, 2018.
- BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxas de juros básicas – Histórico.**
Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>.
Acesso em: 20 de novembro de 2019.
- BENDLIN, L.; SOUZA, A.; RODRIGUES, R.; SEIDEL, D.; BUBLITZ, V.
Comparação da produção de ovos vermelhos x brancos: uma análise dos
custos de produção, expectativas de retorno e riscos. **Custos e agronegócio
on line.** v. 15, Edição Especial, 2019.
- CARDOSO, D.; AMARAL, H. F. O uso da simulação de Monte Carlo na
elaboração do fluxo de caixa empresarial: uma proposta para quantificação das
incertezas ambientais. In: Encontro nacional de engenharia de produção,
Anais. 2000.

- CASTRO, R. R.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA, M. L. R. DE; Rentabilidade econômica e risco na produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 353-359, 2007.
- CATAPAN, A.; MALO, Z.; VILLAVICENCIO, G. J. D.; CÁRDENAS, E. The financial viability for clean energy generation from swine waste: a comparative study between brazil and ecuador via a monte carlo simulation method. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. v. 12, n. 3, p. 259-276, 2016.
- CATAPAN, A.; SOUZA, A.; CATAPAN, D. C.; HARZER, J. H. **Utilização de Biodigestores Para Geração de Energia Elétrica a Partir de Dejetos de Suínos e Equinos: Uma Análise da Viabilidade Financeira Com o Uso da Simulação de Monte Carlo**. XX Congresso Brasileiro de Custos. Uberlândia, MG, Brasil, 2013.
- CAUCHICK MIGUEL, P. A. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro. Brasil: Elsevier, 2012.
- CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Boletim CEPEA do mercado de trabalho**. Piracicaba, V. 1, N.4, 2019a.
- CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **LEITE/CEPEA: Preço ao produtor registra alta de 2 centavos em maio**. Piracicaba, 2019b.
- CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Informativo Trimestral sobre custos de produção– Projeto Campo Futuro**. Piracicaba, 2019c.
- COPELAND, T.; ANTIKAROV, V. **Opções Reais: Um Novo Paradigma para Reinventar a Avaliação de Investimentos**, Rio de Janeiro, Campus, 2002.
- COPELAND, T.; TRUFANO, P. A real-world way to manage real options. **Harvard Business Review**, v. 82, n. 3, p. 90-99, 2004.
- CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L. D.; OLIVEIRA NETO, S. N. D.; OLIVEIRA, T. M. Simulação da Variação do Espaçamento na Viabilidade Econômica de um Sistema Agroflorestal. **Floresta e Ambiente**. Online 25(1): e00034613. 2018.
- CORREIA NETO, J. F. **Elaboração e avaliação de projetos de investimento**. São Paulo: Campus. 2009.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.
Estímulo à produção autônoma e sustentável dos agricultores familiares.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/embrapa-no-ano-internacional-da-agricultura-familiar>. Acesso em 03 abril. 2019a.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.
Aspectos e Critérios Básicos para Implantação de Pomar de Nogueira-

pecã. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197991/1/COMUNICADO-TECNICO-367.pdf>. Acesso em 02 de setembro. 2019b.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.
Ciência Que Transforma. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/frutas-e-hortalicas>. Acesso em 03 de janeiro de 2020.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; LACERDA, R. T. D. O.; TASCA, J. E. **ProKnow-C, knowledge development process-constructivist**, 2010.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **EPAGRI Publicações.** Disponível em:

http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=506. Acesso em: 01 de dez. 2019.

EVANGELISTA, M. L. S. Estudo Comparativo de Análise de Investimentos em Projetos entre o Método VPL e o de Opções Reais: O Caso Cooperativa de Crédito - Sicredi Noroeste (**Tese de doutorado**). UFSC, Florianópolis, 2006.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Advancing agroforestry on the policy agenda: a guide for decision makers. **Agroforestry Working Paper**. n.1. Rome, 2013.

FEE - FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL HEUSER. **O que é o agronegócio?** 2015. Disponível em: <https://www.fee.rs.gov.br/sinteseilustrada/o-que-e-o-agronegocio/>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

FRONZA, D.; POLETTO, T.; HAMANN, J. J. **O cultivo da nogueira-pecã.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Núcleo de Fruticultura Irrigada, 2013.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, p. 183-184. 2014.

GIROTTI, K.; OLIVEIRA, G. A.; LIMA, J. D. de. Estudo de viabilidade econômica da produção de noz peça em pequenas propriedades rurais. XXXVI Encontro Nacional De Engenharia de Produção. **Anais**. João Pessoa PB, Brasil, 2016.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GONÇALVES, A. C. D. S.; PONTES, A. N.; DE PAULA, M. T.; FERREIRA, P. F.; VASCONCELLOS, R. C. D.; FONSECA, K. D. O. Avaliação do perfil econômico de sistemas agroflorestais nos assentamentos dos trabalhadores rurais Expedito Ribeiro, município de Santa Bárbara PA. **Revista Espacios**. v. 38. nº 11. 2017a.

GONÇALVES, J. C.; OLIVEIRA, A. D. D.; CARVALHO, S. D. P. C.; GOMIDE, L. R.; Análise econômica da rotação florestal de povoamentos de eucalipto utilizando a simulação de monte carlo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1339-1347, 2017b.

GRZEBIELUCKAS, C.; CAMPOS, L. M. D. S.; SELIG, P. M. A. A; MARINHO, S. V. Análise econômica do plantio de murici - *byrsonima verbascifolia*: um estudo em Arenópolis/Goiás. XXX Encontro Nacional De Engenharia De Produção. **Anais**. São Carlos, SP, Brasil, 2010.

GUEDES, I. C. D. L.; COELHO JÚNIOR, L. M.; OLIVEIRA, A. D. D.; MELLO, J. M. D.; REZENDE, J. L. P. D.; SILVA, C. P. D. C. Economic analysis of replacement regeneration and coppice regeneration in eucalyptus stands under risk conditions. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 393-401, 2011.

GUERRERO-BOTE, V. P.; MOYA-ANEGÓN, F. A further step forward in measuring journals scientific prestige: The SJR2 indicator. **Journal of Informetrics**, v. 6, p. 674-688. 2012.

HARZER, J. H. Risco financeiro em projetos de investimentos: Uma contribuição à metodologia multi-índice. **Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná**, Curitiba, 2015.

- HARZER, J. H.; SOUZA, A.; SILVA, W. V. D.; CRUZ, J. A. W. Abordagem probabilística do indicador TMA/TIR para avaliação do risco financeiro em projetos de investimentos. XXI Congresso Brasileiro de Custos, **Anais**. Natal, RN, Brasil, 2014.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PIB cresce 1,1% pelo segundo ano seguido e fecha 2018 em R\$ 6,8 trilhões**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/23885-pib-cresce-1-1-pelo-segundo-ano-seguido>. Acesso em 01 de dezembro de 2019.
- INGERSOLL, J.; ROSS, S. Waiting to Invest: Investment and Uncertainty, **Journal of Business**. v. 65 p. 1-29, 1992.
- JOAQUIM, M. S.; SOUZA, Á. N. D.; SOUZA, S. N. D.; PEREIRA, R. S.; ANGELO, H.; Aplicação da teoria das opções reais na análise de investimentos em sistemas agroflorestais. **Cerne**. v. 21 n. 3. p. 439-447. 2015.
- KREUZ, C. L.; SOUZA, A.; CLEMENTE, A. Custos de produção, expectativas de retorno e de riscos do agronegócio mel no planalto norte de Santa Catarina. **Revista Custos e agronegócio on line**, v. 4 p. 47-61. 2008.
- KREUZ, C. L.; SOUZA, A.; CUNHA, S. K. D. A; PERFEITO, J. Feasibility indicators and competitive strategies: the case of garlic producers in the region of Curitiba -SC. **Revista Alcance**, v. 12, p. 269–284. 2006.
- KREUZ, C. L.; SOUZA, A.; PETRI, J. L. Impacto Da Intensificação Da Densidade De Plantio Na Rentabilidade Em Duas Cultivares De Macieira Em Fraiburgo-Sc. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p. 240–243. 2006.
- KREUZ, C. L.; SOUZA, A.; CUNHA, S. K. D.; PERFEITO, J. Indicadores de viabilidade e estratégias competitivas: o caso dos produtores de alho na região de Curitiba-sc. **Alcance – UNIVALI**, v. 12, n.2, p. 269 – 283. 2005.
- LACERDA, R. T. D. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; Research opportunities in strategic management field: a performance measurement approach. **International Journal of Business Performance Management**, v. 15, p. 158-174. 2014.
- LEFLEY, F. The *payback* method of investment appraisal: A review and synthesis. **International Journal of Production Economics**. v. 44 p.207-224. 1996.

- LIMA, J. D. de; BENNMANN, M.; SOUTHER, L. F. P.; BATISTUS, D. R.; OLIVEIRA, G. A. \$AVEPI – Web System to Support the Teaching and Learning Process in Engineering Economics. **Brazilian journal of operations and production management**, v. 14, p. 469-485, 2017.
- LIMA, J. D. de; OLIVEIRA, G. A.; DRANKA, G. G.; SOUTHER, L. F. P.; TRENTIN, M. G. Proposta de um framework para análise de investimentos em ativos reais com suporte do \$AVEPI. In: **XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Maceió: Abepro, 2018. v. 1. p. 1-15. 2018.
- LIMA, J. D. de; SCHEITT, L. C.; BOSCHI, T. DE F.; SILVA, N. J. DA; MEIRA, A. A. DE; DIAS, G. H. Propostas de ajuste no cálculo do *Payback* de projetos de investimentos financiados. **Custos e agronegócios on line**. v. 9, n. 4. p. 162-180, 2013.
- LIMA, J. D. de; TRENTIN, M. G.; OLIVEIRA, G. A.; BATISTUS, D. R.; SETTI, D. A systematic approach for the analysis of the economic viability of investment projects. *Int. J. Engineering Management and Economics*. v. 5, n. 1/2. p. 19-34. 2015.
- LIZOT, M.; ANDRADE JUNIOR, P. P. DE; LIMA, J. D. de; TRENTIN, M. G.; SETTI, D. Análise econômica da produção de aveia preta para pastejo e ensilagem utilizando a metodologia multi-índice ampliada. **Custos e agronegócio on line**. v. 13, n. 2, 2017.
- LOPES, M. A. Resultados econômicos de sistemas de produção de leite com diferentes níveis tecnológicos na região de Lavras MG nos anos 2004 e 2005. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 33, p. 252-260, 2009.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano Agrícola e Pecuário 2017-2018**, Brasília, 2017.
- MARTINS, É. de A.; CAMPOS, R. T.; CAMPOS, K. C.; ALMEIDA, C. DE S. Rentabilidade da Produção de Acerola Orgânica Sob Condição Determinística e de Risco: estudo do distrito de irrigação Tabuleiro Litorâneo do Piauí. **RESR**, Piracicaba-SP, v. 54, nº 01, p. 009-028, 2016.
- MARTINEZ, I.; SIMÕES, D. **Opção real para valorar um projeto agroindustrial flexível**. XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO. Maceió, Alagoas, Brasil, 2018.

MENDES, M. H.; SOUZA, R. C. **Análise quantitativa de risco: um guia para modelagem pela simulação de Monte Carlo**. Rio de Janeiro: PUC-RJ, p. 35, 2007.

MINARDI, A. M. A. F. **Teoria de opções aplicada a projetos de investimento**. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 74-79, 2000.

MONTEIRO, R. C. Contribuições da Abordagem de Avaliação de Opções Reais em Ambientes Econômicos de Grande Volatilidade - Uma Ênfase no Cenário Latino-Americano. **Dissertação de mestrado**. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, USP, 2003.

MOTTA, R. DA R.; CALÔBA, G. M. **Análise de Investimento: tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Atlas, 2002.

NARDELLI, P. M.; MACEDO, M. A. da S. Análise de um projeto agroindustrial utilizando a Teoria de Opções Reais: a opção de adiamento. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, p. 941-966, 2011.

NOGARA, W. J. P. Cultura da noz-pecã (*carya illinoensis*): aspectos de produção, comercialização e perspectivas futuras na região sul do Brasil. **TCC UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**. 2018.

OFORI, D. A.; GYAU, A.; DAWSON, I. K.; ASAAH, E.; TCHONDJEU, Z.; JAMN ADAS. Developing more productive African agroforestry systems and improving food and nutritional security through tree domestication. **Current Opinion in Environmental Sustainability**. n.6, p.123-127. 2014.

PESSOA, S. T.; RIBEIRO, L. M. de P. Análise de investimento em plantio de eucalipto em uma pequena propriedade rural no Município de Bom Despacho/MG. **Custos e agronegócio on line**. v. 13, n. 4, 2017.

PINI, G. V. B.; GONCALVES, P. N. **Análise de viabilidade para substituição de maquinário agrícola em uma propriedade rural**. XXXVII Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Joinville, SC, Brasil, 2017.

RASOTO, A.; GNOATTO, A. A.; OLIVEIRA, A. G. D.; ROSA, C. F. DA; ISHIKAWA, G.; CARVALHO, H. A. de; LIMA, I. A. de; LIMA, J. D. de; TRENTIN, M. G.; RASOTO, V. I. **Gestão Financeira: enfoque em inovação**. Curitiba: Aymar, 2012.

RODRIGUES, M. F.F. AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEIS PARA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS. 115 f.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

ROVANI, F. F. M.; WOLLMANN, C. A.; MONTEIRO, A. **Exigências bioclimáticas e riscos climáticos ao cultivo da noqueira pecã (*Carya illinoensis*) no Rio Grande do Sul, Brasil.** In: X Congresso da Geografia Portuguesa, 2015, Lisboa. Valores da Geografia. Atas do X Congresso da Geografia Portuguesa. Lisboa: Associação Portuguesa de Geógrafos, p. 834-839. 2015.

SANGUINO, A. C.; SANTANA, A. C. de; HOMMA, A. K. O.; BARROS, P. L. C. de; KATO, O. K.; AMIN, M. M. G. H. Análise Econômica de Investimentos em Sistemas de Produção Agroflorestal no Estado do Pará. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 47, p. 23-47, jan/jun. 2007.

\$AVEPI – Sistema de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento. Disponível de forma livre em: <<http://pb.utfpr.edu.br/savepi>>. Acesso em: dezembro de 2019.

SCHROEDER, J. T.; SCHROEDER, I.; COSTA, R. P. DA; SHINODA, C. O. custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento. **Revista Gestão Industrial**. v. 01, n. 02 : p. 033-042, 2005.

SCHÜTZ, G. R.; SANTOS, S. G. D.; SANT'ANA, A. S. S. Política de periódicos nacionais em Educação Física para estudos de revisão/sistemática. **Revista Brasileira de desempenho humano**. 2011.

SEAB - SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Fruticultura**. Disponível em:

<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2014_15.pdf>. Curitiba, 2015. Acesso em: dezembro de 2019.

SHIMIZU, T. **Pesquisa operacional em engenharia, economia e administração**: modelos básicos e métodos computacionais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984.

- SIMÕES, D.; MARTINEZ, I.; BARRETO, V. C. S.; OLIVEIRA, P. A.; BATISTELA, G. C. **Opção de expansão aplicada à análise de investimentos em uma indústria de laticínios**. XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Maceió, Alagoas, Brasil, 2018.
- SOCOLOSKI, A.; GRZEBIELUCKAS, C.; SANTOS, J. S. C. DOS; STIELER, M. C.; LIMA, A. F. A. DE; Análise econômica da produção olerícola: um estudo com agricultores familiares. **Custos e agronegócio on line**. v. 13, Edição Especial. 2017.
- SOUZA, A.; KREUZ, C. L.; CLEMENTE, A. **Metodologia para análise de viabilidade econômica do cultivo de pinus taeda: o caso do pequeno proprietário rural da região de caçador – SC**. X Congresso Brasileiro de Custos, São Paulo/SC. Anais. 2002.
- SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análises de Investimentos: Conceitos, técnicas e aplicações**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- SOUZA, A.; PEDRO, J. J.; SILVA, W. V. DA; DUCLÓS, L. C. Custos de produção, expectativas de retorno e de risco para o agronegócio do milho na região do Planalto Norte - Catarinense / Brasil. **Custos e agronegócio on line**. v. 6, n. 1, 2010.
- SOUZA, J. L. M. de. Modelo para a análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro. **Tese (Doutorado em Agronomia)** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2001.
- SOUZA, W. D. J.; BALDISSERA, J. F.; BERTOLINI, G. R. F. Análise de opções reais aplicada na diversificação da produção rural no estado do Paraná. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, p. 253-269, 2019.
- STORTTE, J. M. C.; JACOMETTI, M. Aplicação do custo anual uniforme equivalente na identificação do momento ótimo para a substituição de uma colhedora de cana-de-açúcar. XXXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção. **Anais**. João Pessoa, PB, Brasil, 2016.
- STRAPASSON, F.; PAVLOSKI, R. P.; MOREIRA, A. S.; AMARO, H. D.; SOUZA, A. Viabilidade do Eucalyptus Grandis para produção de lenha: uma

análise utilizando a metodologia multi-índice. **Custos e agronegócio on line**. v. 14, n. 1, 2018.

STÜPP, D. R.; HECK JÚNIOR, O. L.; EYERKAUFER, M. L.; **Análise da viabilidade econômico-financeira do cultivo de Pinus Taeda em propriedades rurais do Alto Vale do Itajaí – SC**. XXIV Congresso Brasileiro de Custos. Florianópolis, SC, Brasil, 2017.

VARELA, L. B.; SANTANA, A. C. Aspectos econômicos da produção e do risco nos sistemas agroflorestais e nos sistemas tradicionais de produção agrícola em Tomé-açu, Pará – 2001 a 2003. **Revista Árvore**; v. 33 p. 151-160, 2009.

WANDERLEY, C. A. N.; SILVA, A. C. da; LEAL, R. B. Tratamento contábil de ativos biológicos e produtos agrícolas: uma análise das principais empresas do agronegócio brasileiro. **Pensar Contábil**, v. 14, 2012.

WILLER, H.; YUSSEFI, M. Organic Agriculture Worldwide. Stiftung Ökologie & Landbau. **Bad Dürkheim**. n. 74. 2001.

YIN, R. K. **Estudo de Caso - Planejamento e Métodos**. 5. ed. Bookman. 2015.

ZILIO, L. B.; LIMA, R. A. de S. Atratividade de Canaviais Paulistas Sob a Ótica da Teoria das Opções Reais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, SP, v. 53, n 3, p. 377-394, 2015.