

Análise de Opções Reais Aplicada na Diversificação da Produção Rural no Estado do Paraná

WAGNER DANTAS DE SOUZA JUNIOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ (UNIOESTE)

wagnerdantas9@gmail.com

JULIANO FRANCISCO BALDISSERA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ (UNIOESTE)

juliano.baldissera@hotmail.com

GEYSLER ROGIS FLOR BERTOLINI

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ (UNIOESTE)

geysler.bertolini@unioeste.br

ELIZANDRA DA SILVA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ (UNIOESTE)

elizandra.silva@unioeste.br

Análise de Opções Reais Aplicada na Diversificação da Produção Rural no Estado do Paraná

1 INTRODUÇÃO

A globalização e as rápidas alterações acirraram a competitividade empresarial, a gestão de investimentos se tornou peça fundamental como instrumento de vantagem competitiva. No entanto, os métodos tradicionais nem sempre dão conta da complexidade gerencial de uma decisão de investimento, já que eles não consideram os problemas relacionados a flexibilização gerencial (MACEDO, 2008).

O Brasil é conhecido internacionalmente pelo potencial produtivo e de exportação de suas commodities. A história do país exibe traços de industrialização tardia e de formação de políticas públicas para a expansão e modernização da agroindústria a partir dos anos 50 do século XX. O setor enfrenta dificuldades para o seu desenvolvimento e crescimento até os dias atuais, devido, principalmente, pela deficiência de recursos necessários para sua capitalização. No entanto, a indústria do agronegócio ainda é a força motriz do desenvolvimento econômico do território nacional. Em 2015, por exemplo, o setor foi responsável pela participação de 21,46% do produto interno bruto nacional. No estado do Paraná, o valor bruto nominal da produção agrícola chegou a quase 16 bilhões de reais e o PIB *per capita* foi mais de R\$30 mil (IPARDES, 2016).

O Paraná tem a agricultura como uma das principais atividades econômicas que impulsionaram o seu crescimento ao longo dos anos. O estado já foi considerado o “celeiro agrícola” do país por ter contribuído com uma fração superior a um quarto da produção de matéria-prima para a agroindústria nacional. A estrutura fundiária predominante são as mini fazendas, distribuídas por território paranaense. O solo fértil e a topografia da região favorecem diversificação na produção agrícola. O potencial produtivo do estado está na cultura de cereais como o milho, o trigo e a soja, que já foram recordistas de safras entre os demais estados brasileiros. Outros produtos que são relevantes na produção são o café, arroz, feijão, cana-de-açúcar e o fumo (PARANÁ, 2005).

A diversificação na produção rural é a exploração de diversas culturas na agricultura como uma estratégia para minimizar as incertezas do meio ambiente, reduzindo o risco de produzir uma única cultura e sofrer um alto impacto de fatores externos na produção como o clima, a economia de mercado, as pragas e doenças. Com a sua adoção é possível obter vantagens ambientais e ganhos econômicos diretos e indiretos na redução dos custos de produção, além de reduzir os riscos de se ter apenas uma atividade como principal fonte de renda e manutenção da agricultura familiar (PARANÁ, 2005).

Considerando a competitividade deste setor, a análise de projeto de investimento se torna ferramenta fundamental de sobrevivência. No entanto, alguns métodos tradicionais podem não ser suficientes para analisar a realidade de um projeto (NARDELLI; MACEDO, 2011). Estes mesmos autores acreditam que considerar uma oportunidade de investimento como uma sucessão de opções de crescimento pode representar ser uma forma melhor para verificar a viabilidade econômico-financeira de projetos em relação à análise tradicional de investimentos.

Alguns estudos internacionais já buscaram observar a metodologia das opções reais na análise de projeto de investimentos, no entanto, foram direcionados a outros setores econômicos, como o setor industrial, das empresas extrativistas minerais (BRENNAN; SCHWARTZ, 2001; MOEL; TUFANO, 2002). Também tiveram estudos nacionais que estudaram esse método, como foi o exemplo dos estudos de Evangelista (2006) e Nardelli e Macedo (2011). Estes autores abordaram este método, mas não aplicado a produção rural, ou, mais especificamente, na

diversificação da produção rural, por isso percebe-se uma lacuna a ser estudada que merece atenção, o que torna esse trabalho relevante, contribuindo tanto no contexto teórico como prático.

Para que os agricultores familiares possam diversificar a sua produção de maneira sustentável, beneficiando-se de novos nichos e demandas de mercado pela oferta de diferentes produtos é preciso o apoio do governo na criação de políticas de desenvolvimento rural, orientação técnica de agentes de desenvolvimento e pesquisa na área do agronegócio, para o aprimoramento do arcabouço conceitual e metodológico das teorias utilizadas nesta área, e, para a análise da viabilidade de novas operações. Diante disso, surge a seguinte problemática de pesquisa: **como a teoria das opções reais pode aprimorar a análise de investimentos na diversificação da produção rural?** Para responder essa questão de pesquisa, estabeleceu-se este estudo com o objetivo de analisar o impacto que a teoria das opções reais da análise de investimentos tem sobre a diversificação da produção rural.

É evidente que com a diversificação a administração da propriedade rural torna-se mais complexa e, portanto, deve-se analisar minuciosamente o fluxo financeiro numa perspectiva temporal de todas as culturas produzidas interrelacionadas para verificar a viabilidade das atividades executadas na propriedade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Técnicas de análise de projetos e de investimentos

Buscando investigar possíveis métodos de análise de investimentos além daqueles tradicionais que consideram tão somente uma visão estática, abarcamos a visão da teoria das opções reais. A justificativa desta análise está pelo fato de que a decisão de investimentos é uma das mais importantes decisões para os gerentes financeiros, repercutindo diretamente sobre o resultado econômico-financeiro da empresa por diversos anos (WESTON; BRIGHAM, 2000).

2.1.1 Métodos tradicionais

A avaliação de investimentos já vem sendo objeto de estudo há muito tempo, sendo indicada a adoção de técnicas objetivas para avaliar projetos. Para este artigo serão estudados alguns dos métodos de análise de investimentos mais tradicionais dessa área, como o VPL, TIR e o *Payback*.

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma técnica de orçamento de capital sofisticada que estima a viabilidade de um projeto de investimento através do desconto dos fluxos de caixas futuro de um projeto de a uma taxa especificada. (GITMAN, 2010). A análise e decisão utilizando o método do VPL consistem, basicamente, em observar se o valor obtido no cálculo foi positivo ou negativo, sendo recomendada a aceitação do projeto no primeiro caso (MONDHER, 2002). Algumas críticas são feitas a esse método, pelas falhas em relação ao fluxo de caixa futuro projetado e as oportunidades de investimentos implícitas ao projeto, outro fato é que ele assume um cenário fixo, sem considerar o valor das contingências e das flexibilidades gerenciais do projeto (COPELAND; ANTIKAROV, 2001; DIXIT; PINDYCK, 2001).

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é entendida como a taxa que iguala o VPL a zero, ou, melhor dizendo, taxa de juros que atualiza uma série de rendimentos futuros de um projeto e a iguala ao valor do investimento inicial (ROSS; WESTERFIELD; JORDAN, 1998; CASAROTTO FILHO; KOPITKE, 2000). A TIR é utilizada para comparar alternativas de investimentos em projetos, normalmente essa comparação é feita com uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que é uma taxa que o investidor considera como mínimo de retorno que ele pretende com determinado investimento, quando a TIR for maior que TMA, o projeto deveria ser aceito, sendo

igual ou menor, o projeto é indiferente e deveria ser rejeitado. Da mesma forma que o VPL, algumas críticas são feitas o método da TIR. Uma das críticas é feita por Casarotto e Kopittke (2000), estes autores afirmam que existem possibilidades de determinados investimentos admitirem a existência de múltiplas TIRs. Outra crítica é feita por Gitman (2010), ele comenta que o emprego deste método pressupõe o reinvestimento de valores à taxa determinada pela própria TIR.

O método *payback* é mais simples, e justamente por isso, muito utilizado. O *payback* é entendido como o período de tempo necessário para recuperar o capital investido, isto é, o tempo necessário para que os benefícios advindos do investimento possam cobrir os custos a uma TMA adequada (GITMAN, 2010).

Portanto, percebe-se que cada um dos métodos, pela sua simplicidade, geram diversas limitações e críticas para sua utilização, por isso é necessário que a análise de investimentos seja feita considerando não tão somente estes métodos, buscando, também, outros métodos que retratam melhor a realidade da empresa, um deste é o método das opções reais.

2.1.2 Método das opções reais

No mercado financeiro, o termo *opção* é um instrumento que confere ao titular a oportunidade de comprar ou vender um ativo específico, a um determinado preço, em uma data de vencimento estipulada, ou antes, dela. Já a expressão *opções reais* remete a oportunidades implícitas em projetos de capital que permitem aos administradores alterar os fluxos de caixa e seus riscos de maneira a afetar a aceitabilidade (VPL) do projeto (GITMAN, 2012). Ao reconhecer explicitamente essas opções na tomada de decisões de orçamento de capital, os administradores podem tomar decisões mais estratégicas que levem em consideração o impacto econômico de atos contingenciais sobre o fluxo de caixa e o risco do projeto (GITMAN, 2012).

Os métodos de precificação de opções são ferramentas promissoras na análise de questões estratégicas, principalmente em situações relacionadas à interdependência sequencial entre projetos, é uma ferramenta adequada para lidar com o problema e resolvê-lo convenientemente (TRIGEORGIS; MASON, 1987; MYERS, 1987). Portanto, percebe-se que projetos não necessariamente devem ser mantidos, como se considera nos métodos tradicionais, quando observar-se situações adversas ao planejamento inicial.

Segundo Myers (1987), considerar a oportunidade futura como um segundo estágio do investimento inicial, estimar os fluxos de caixa proporcionados pelos estágios e descontá-los junto à taxa de desconto específica, pode não levar a resposta correta. Portanto, este segundo estágio, é um momento de opção para empresa, pois se avalia novamente o projeto, e se o mesmo for viável pode ser continuado ou descontinuado. Trigeorgis e Mason (1987) consideram que o cálculo convencional de VPL pode subestimar projetos quando ignora o prêmio da opção, sendo que esta subavaliação pode ser quantificada pela Teoria das Opções Reais (TOR). Portanto, este método indica que o valor estratégico de um investimento pode ser quantificado pelo valor do prêmio de opção que a flexibilidade gerencial proporciona ao investimento. A fórmula do VPL expandido é a soma do VPL tradicional mais o valor da flexibilidade gerencial.

Em projetos agropecuários existe muita incerteza quanto ao preço futuro das commodities relacionadas, afetando diretamente o retorno do investimento esperado. A variação desse mercado é constante, o VPL pode ser positivo em um determinado investimento, no entanto, no futuro essa mesma realidade já pode ter sido alterada (NARDELLI; MACEDO, 2011).

A técnica do VPL subestima o valor da flexibilidade do negócio, as opções reais apresentam maior valor quando três fatores se combinam 1) grande incerteza quanto ao futuro; 2) muito espaço

para a flexibilidade gerencial, e 3) quando o VPL sem flexibilidade está próximo de zero (COPELAND; ANTIKAROV, 2001).

As variáveis encontradas na relação entre as opções financeiras e as opções reais e que são observadas e identificadas prontamente nos projetos de investimentos, são: o valor do investimento no projeto, a taxa de juros livre de risco, os períodos do projeto e o valor presente (EVANGELISTA, 2006). A variável volatilidade, contudo, não se apresenta de uma forma simplificada, devendo ser calculada ou estimada a partir de alguns elementos ou parâmetros que confirmam confiabilidade ao estudo. A importância da volatilidade de um ativo é que ela representa o percentual de risco existente no próprio negócio (EVANGELISTA, 2006). A avaliação da volatilidade de um ativo é determinada pelo desvio-padrão da evolução histórica dos retornos dos preços do ativo subjacente, sendo expressa, normalmente, em valores percentuais (EVANGELISTA, 2006).

O estudo de mercado geralmente é um dos primeiros itens a serem avaliados quando da elaboração de projetos. Por isso, as oscilações deveriam ser analisadas, assim como os riscos e as incertezas desse mercado e também os períodos futuros, que vão além dos pré-estabelecidos pelas análises tradicionais do VPL (EVANGELISTA, 2006).

A construção da árvore binomial é uma técnica útil e popular para precificar uma opção sobre uma ação, permitindo a análise de desenvolvimento durante toda a sua trajetória de vida (HULL, 1996). Existem três vantagens para o modelo de avaliação de opções binomiais: (1) permite ordenar os períodos de aplicações de opções reais, incluindo nessa alguma complexidade; (2) retém a aparente análise do fluxo de caixa descontado; (3) a incerteza e as consequências de decisões contingentes são dispostas de um modo natural (AMRAM; KULATILAKA, 1999). Portanto, o modelo binomial pode facilitar a análise de projeto de investimentos gerando boas imagens visuais.

A técnica das opções se orienta pelo modelo binomial, que determina os nós de decisões. No primeiro período se inicia pelo ativo subjacente (V_0), normalmente é o valor do VPL, Supondo-se que ocorra grau de elevação (u) no ativo subjacente, conseqüentemente há uma descida (d) para o mesmo ativo. Ao se multiplicar o ativo pelo seu valor de subida ou descida, obtém-se o valor ativo para o próximo nó, e assim por diante. Esses indicadores são estabelecidos pelas seguintes fórmulas:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

Onde:

e = número “e”

σ = volatilidade (risco) do ativo

Δt = intervalo de tempo

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

$$a = e^{rf\Delta t}$$

Onde:

d = movimento descendente (expressão “down” em inglês)

a = movimento ascendente do ativo (expressão “up” em inglês)

Rf = taxa de juros livre de risco $q = 1-p$

Para se obter a probabilidade de ocorrência de um movimento ascendente utiliza-se a seguinte fórmula:

$$p = \frac{a - d}{u - d}$$

Já a probabilidade para um movimento descendente ocorrer igual a (q) conforme a fórmula:

$$q = 1 - p$$

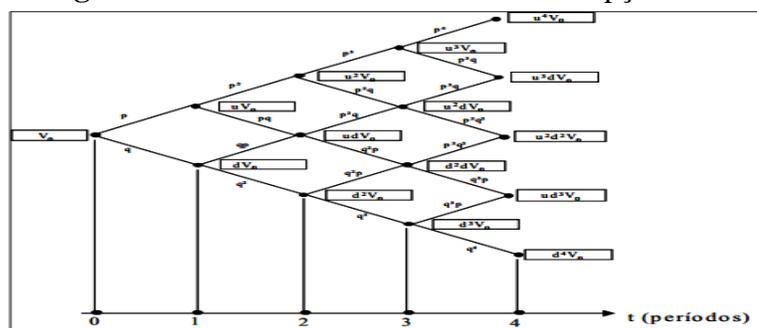
Onde:

p = probabilidade

Mondher (2002) argumenta que a estrutura de avaliação de ativos reais baseou-se no modelo binomial clássico de Cox, Ross e Rubinstein, de 1979, no qual o preço dos ativos subjacentes sobe (u) ou desce (d), com uma probabilidade p e q = 1 - p.

Na Figura 1 é demonstrado o modelo binomial utilizado em estudos de opções reais.

Figura 1 – Modelo binomial utilizado em opções reais



Fonte: Copeland e Antikarov (2001)

A Figura 1 apresenta o modelo da árvore binomial recombinate, utilizado em opções reais, na qual a vida do projeto é subdividida em t intervalos de períodos de tempo, dito Δt . A cada um dos períodos o valor inicial (V_0) se divide em dois valores, assumindo uma posição superior (movimento ascendente Su , probabilidade p) ou inferior (movimento descendente Sd , probabilidade $1 - p$).

Portanto, fica claro que na análise da diversificação rural, como as commodities, existem variáveis que afetam diretamente na análise de investimento, não sendo adequado o uso dos métodos tradicionais, surgindo a necessidade de outros métodos, como o das opções reais.

2.3 Estudos anteriores

Outros estudos internacionais já buscaram analisar o método das opções reais em determinados segmentos, alguns destes foram aplicados em empresas extrativistas minerais, isso foi verificado nos estudos de Brennan e Schwartz (2001) e Moel e Tufano (2002). Estudos nacionais também fizeram essa abordagem, considerando cooperativas de crédito, como foi o estudo de Evangelista (2006), e também considerando um projeto agroindustrial, no estudo de Nardelli e Macedo (2011).

Brennan e Schwartz (2001) desenvolveram uma metodologia para avaliar projetos de mineração por meio das opções reais, fazendo uso das opções de iniciar, paralisar a lavra, ou manter as operações mínimas ou a um nível de manutenção. Este artigo demonstrou como os ativos cujos fluxos de caixa dependem de preços de saída altamente variáveis podem ser avaliados e como as políticas ótimas para gerenciá-los podem ser determinadas explorando as propriedades de replicação de carteiras de autofinanciamento. Percebe-se que, apesar do estudo destes autores ser

relacionado a uma atividade diferente da rural, a realidade destes negócios se assemelha, já que trabalham com valores de saída, como é o caso de produtos relacionados à mineração e à commodities.

Moel e Tufano (2002) estudaram a técnica das opções reais no enfoque de abertura e fechamento de minas. Utilizando uma base de dados de 285 minas de ouro norte-americanas no período de 1988 a 1997, descobriram que o modelo das opções reais é um descritor útil das decisões de abertura e fechamento das minas, além disso, ficou claro que a decisão de fechar uma mina está relacionada a fatores gerenciais específicos de uma empresa que normalmente não são considerados dentro de um modelo de opções reais restrito.

Evangelista (2006) realizou um estudo de caso em uma cooperativa de crédito comparando a análise de investimentos entre o método VPL e o de opções reais. Este estudo concluiu que o método de VPL tradicional é importante e continua a ser fundamental para a determinação da utilização do método de opções reais, evidenciando-se que o método de opções reais complementa e amplia a análise de investimentos em projetos estudados pelo método do VPL tradicional.

Nardelli e Macedo (2011) analisaram a viabilidade econômico-financeira de um projeto agroindustrial através da teoria das opções reais. O resultado obtido pelos autores demonstrou que o valor presente líquido expandido do projeto, considerando-se as opções reais, foi de R\$ 891.877,00, o que significou um aumento de 207% em relação ao valor presente tradicional.

Portanto, o estudo deste método na diversificação rural, principalmente em commodities no estado do Paraná é uma lacuna de pesquisa ainda não observada, sendo importante para análise dessa realidade, contribuindo com pesquisas futuras e para o próprio conhecimento dos usuários dessa informação.

3 METODOLOGIA

Para obter uma resposta do problema e atingir o objetivo de pesquisa, é necessário delinear uma metodologia de pesquisa adequada para os fins propostos. Como esta pesquisa pretendeu analisar o impacto que o método das opções reais da análise de investimentos tem sobre a diversificação da produção rural, foi necessário definir uma tipologia de estudo adequada.

Assim, esta pesquisa classificou-se quanto aos objetivos, como exploratório, já que se pretende analisar, descrever e comparar os resultados obtidos através dos métodos de investimentos tradicionais e os das opções reais para verificar o valor das flexibilidades gerenciais implícitas. A pesquisa exploratória aborda um assunto ainda não muito estudado, sua principal finalidade é desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, sendo orientado a descobertas, o que corrobora com os objetivos desta pesquisa (GIL, 2009).

Quanto aos procedimentos, é classificado como uma pesquisa documental, já que se utilizou dos dados obtidos do portal eletrônico da SEAB para estimar as receitas e despesas do projeto e de cotações de empresas para compor o nível de investimento inicial, em que se analisou e descreveu os métodos de análise de investimento. A classificação deste estudo como pesquisa documental se justifica pelo fato de utilizar materiais que ainda não receberam um tratamento analítico (GIL, 2009), sua importância está relacionada pela capacidade de organizar informações que estão dispersas, dando-lhes uma nova importância, tendo seu mérito para verificar fatos passados que podem ser úteis, e também identificar o presente e apresentar tendências futuras (BEUREN, 2009).

E, por fim, quanto à abordagem do problema, trata-se de um estudo quantitativo, pois se utilizou de técnicas estatísticas e de análise de investimentos para observar o método das opções reais frente aos demais métodos.

Esta pesquisa foi realizada a partir da coleta de dados de fontes primárias no sítio da

Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB). Os dados coletados referem-se a uma estimativa das receitas e despesas necessárias para a produção dos hortifrutigranjeiros cultivados na agricultura do estado, em função da relevância econômica no consumo interno e na exportação do estado. Todos os produtos têm a sua produtividade influenciada pela estacionalidade, então foram considerados os dados da sua primeira safra, ou safra principal, para estimar a produtividade média por hectare.

Para a análise da diversificação da produção utilizando o método das opções reais, foi necessário instrumento quantitativo de análise, através do uso de softwares específicos para esse uso, como foi o caso do Microsoft Excel®, utilizada para o cálculo do VPL, TIR, *payback* e no método das opções reais para a construção da árvore binomial. A partir dos cálculos realizados e com base na fundamentação teórica levantada, permitiu-se chegar a uma conclusão a respeito do impacto do método das opções na análise de investimento da diversificação da produção rural.

Esta pesquisa foi realizada no ano de 2016, com a utilização de dados do mesmo período obtidos no site do SEAB, e, justamente por se tratar de uma pesquisa documental, sofre a limitação dos dados disponíveis nessas fontes, além do tempo necessário para o desenvolvimento do estudo, que não permitiu uma análise de um contexto maior, considerando uma amostra diferente. No entanto, ainda com essas limitações, a pesquisa tem valor científico e técnico, já que aborda um tema ainda não muito aprofundado, que é o método das opções reais, sendo inovador por analisar a diversificação da produção rural sob a ótica dessa teoria no contexto da análise de projeto de investimentos. Portanto, o delineamento dessa pesquisa permitiu a descrição e análise dos resultados, apresentado na próxima seção.

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O projeto de investimento de diversificação na produção rural proposto consiste na produção de seis culturas agrícolas diferentes em uma mini fazenda na região Oeste do Estado do Paraná. Esta região foi escolhida pela permissão do cultivo das culturas selecionadas em função do zoneamento agrícola, da topografia, do clima e características do solo favoráveis ao cultivo de grãos e raízes. O tamanho da área projetada a ser cultivada é de 24 hectares, ou aproximadamente 10 alqueires, em um horizonte de análise de 10 anos. Este tamanho de área corresponde a uma pequena propriedade rural de agricultura familiar na região. As culturas escolhidas foram: café, feijão, mandioca, milho, soja, trigo.

O dimensionamento do solo e a distribuição dos cultivares neste estudo de caso foram realizados de acordo com a estacionalidade das culturas e possibilidade de rotatividade das safras para manter a conservação do solo. A mandioca foi distribuída em uma área de três hectares e a sua produção e colheita se dará anualmente através de ciclos. O café tem o seu plantio no período de setembro a maio e a sua colheita de maio a novembro em uma safra anual, e não é possível rotacionar esta cultura nos períodos subsequentes utilizando o mesmo solo. A safra de feijão é versátil, com um ciclo curto de desenvolvimento entre 70 e 110 dias, e o período selecionado para plantio foi entre fevereiro e abril. Para rotacionar esta cultura foi selecionado o trigo, por ser uma cultura de inverno que tem seu plantio e colheita entre maio e setembro, e neutralizará a contaminação do solo. Após esta colheita, selecionou-se a soja e o milho, dividindo-as em nove hectares para cada uma. O início do plantio destas culturas é em setembro e a colheita em janeiro.

Algumas premissas foram adotadas neste projeto: a terra para plantio (10 alqueires) é de propriedade do produtor ou de sua família; o maquinário será adquirido pelo produtor; o capital de giro inicial será de 10% do valor das máquinas e utensílios agrícolas; e a reserva técnica, que é a poupança da empresa, será de 5% do valor total das máquinas e utensílios. Supõe que após a

colheita, o transporte e o armazenamento dos produtos até o silo da indústria será terceirizado pela mesma, pois é uma prática da região, e o seu cálculo foi embutido junto à despesa anual.

As máquinas e utensílios agrícolas para viabilizar a operação deste projeto são: 01 trator (R\$ 150.000), 01 colheitadeira (R\$ 390.000), 01 plantadeira (R\$ 25.000), 01 semeadeira (R\$ 25.000), 01 bomba d'água (R\$ 2.000), 01 bomba de graxa (R\$ 1.500), 01 bazuca para adubo (R\$ 12.000) e 01 pulverizador para veneno (R\$ 5.000). O investimento total estimado com maquinário e utensílios é de R\$610.500; o capital de giro foi estimado em R\$61.050, 10% sob o valor total do maquinário; e a reserva técnica foi estimada em R\$30.525, 5% do valor total do maquinário. O investimento total para iniciar as operações deste investimento é de R\$702.075. Os valores compõem o investimento inicial foram estimados com base em cotações do mercado local (PR).

Para estimar as receitas de vendas anuais de cada cultura, é necessário obter o preço unitário de cada produto e multiplicar pela quantidade anual produzida. Utilizou-se como base o preço mensal de cada cultura e a produtividade por hectare no período de outubro de 2016 disponibilizados pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB). Calculou-se ano após ano, em um horizonte de 10 anos, a projeção de receitas do projeto. Em seguida, corrigiram-se os valores nos períodos futuros com base na média do índice de inflação IGP-M dos últimos 12 meses anteriores a outubro de 2016, que foi de 7,13%. O total da receita estimada no ano 1, por exemplo, foi de R\$350.016. No médio prazo do projeto, no 5º período, por exemplo, a receita alcança o valor de R\$461.033. Ao final do projeto, no 10º período, estima-se uma receita total anual de R\$650.560. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Projeção Anual de Receitas por Cultura (em reais).

| Produto | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 | Ano 9 | Ano 10 |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Café | 58.993 | 63.200 | 67.706 | 72.533 | 77.705 | 83.245 | 89.181 | 95.539 | 102.351 | 109.649 |
| Feijão | 141.488 | 151.577 | 162.384 | 173.962 | 186.365 | 199.653 | 213.889 | 229.139 | 245.476 | 262.979 |
| Mandioca | 38.377 | 41.114 | 44.045 | 47.186 | 50.550 | 54.154 | 58.015 | 62.152 | 66.583 | 71.331 |
| Milho | 43.350 | 46.441 | 49.752 | 53.299 | 57.099 | 61.171 | 65.532 | 70.204 | 75.210 | 80.572 |
| Soja | 35.043 | 37.542 | 40.218 | 43.086 | 46.158 | 49.449 | 52.975 | 56.752 | 60.798 | 65.133 |
| Trigo | 32.763 | 35.100 | 37.602 | 40.283 | 43.155 | 46.232 | 49.529 | 53.060 | 56.843 | 60.896 |
| Total Anual | 350.016 | 374.972 | 401.708 | 430.349 | 461.033 | 493.905 | 529.120 | 566.847 | 607.263 | 650.560 |

IGP-M Out/2016 acumulado últimos 12 meses = 7,13.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para projetar as despesas e o custo total de produção de cada cultura, utilizaram-se como referência os dados da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB). A composição do custo variável (A) deste tipo de projeto constitui-se pelos seguintes itens: operação de máquinas e implementos, despesas de manutenção de benfeitorias, mão-de-obra temporária, sementes e manivas, fertilizantes, agrotóxicos, despesas gerais, transporte externo, assistência técnica, seguro/proagro e o juros sobre o capital. O custo variável também é chamado de custo operacional, pois varia em função da quantidade produzida na operação.

Os custos fixos (B+C) na produção agrícola são a depreciação de máquinas e implementos, depreciação de benfeitorias e instalações, sistematização e correção do solo (B) e a remuneração pela terra (C). Ou seja, são aqueles custos que não sofrem muita alteração de valor em caso de aumento ou diminuição da produção.

O valor de cada item do custo médio total dos produtos foi calculado e projetado com base na média de custo unitário dos últimos dois anos (ou 05 safras) de cada produto agrícola. A Tabela 2 detalha o custo médio por cultura por safra:

Tabela 2 – Projeção do Custo Total do Período por Cultura (em reais).

| Custo Médio de Produção por Cultura | Café | Feijão | Mandioca | Milho | Soja | Trigo |
|----------------------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Área Produzida | 3ha | 18ha | 3ha | 9ha | 9ha | 18ha |
| TOTAL DOS CUSTOS VARIÁVEIS (A) | 56.342 | 35.722 | 13.455 | 24.517 | 16.472 | 34.275 |
| TOTAL DOS CUSTOS FIXOS OPERACIONAIS (B) | 2.311 | 3.428 | 1.732 | 3.276 | 3.117 | 6.565 |
| TOTAL DOS CUSTOS FIXOS NÃO OPERACIONAIS (C) | 1.355 | 8.130 | 1.527 | 4.067 | 4.064 | 8.129 |
| TOTAL DOS CUSTOS FIXOS (B+C) | 3.666 | 11.558 | 3.260 | 7.343 | 7.180 | 14.693 |
| CUSTO OPERACIONAL (A+B) | 58.653 | 39.150 | 15.188 | 27.793 | 19.588 | 40.840 |
| CUSTO TOTAL (A+B+C) | 60.008 | 47.280 | 16.715 | 31.860 | 23.652 | 48.968 |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após obter o valor do custo médio total de cada produto por safra/ano, realizou-se a projeção do custo total do projeto para os próximos 10 períodos, que é o período estabelecido para depreciação das máquinas e implementos e benfeitorias e instalações, conforme estabelece a Instrução Normativa SRF nº 162/1998. Para obter estes valores, utilizaram-se os valores obtidos anteriormente do custo médio total de cada produto e somaram-se os valores de todos os produtos ano a ano. Em seguida, como se procedeu metodologicamente com as receitas do projeto, corrigiu-se o valor do custo estimado para os próximos 10 períodos do projeto através da meta de inflação fixada pelo governo em 4,5%, projetada para os anos de 2016, 2017 e 2018. (BCB, Resolução 4.499/16). Esta correção se faz necessária, pois o índice de inflação distorce o preço real dos produtos no país.

No primeiro período do projeto, o custo total estimado para viabilizar a diversificação é de R\$238.765. Em seu quinto período, por exemplo, o custo total estimado alcança a marca de R\$284.732. No décimo período, o custo total do projeto atinge o patamar de R\$354.828, apresentando uma evolução do crescimento médio em 150% ao longo dos 10 anos. A seguir, na Tabela 3, apresenta-se o custo total de cada cultura por período

Tabela 3 – Custo Total de Cada Cultura por período (em reais).

| Produto | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 | Ano 9 | Ano 10 |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Café | 62.708 | 65.530 | 68.479 | 71.560 | 74.780 | 78.146 | 81.662 | 85.337 | 89.177 | 93.190 |
| Feijão | 49.408 | 51.631 | 53.955 | 56.383 | 58.920 | 61.571 | 64.342 | 67.237 | 70.263 | 73.425 |
| Mandioca | 17.467 | 18.253 | 19.075 | 19.933 | 20.830 | 21.767 | 22.747 | 23.770 | 24.840 | 25.958 |
| Milho | 33.294 | 34.792 | 36.358 | 37.994 | 39.704 | 41.490 | 43.358 | 45.309 | 47.348 | 49.478 |
| Soja | 24.716 | 25.829 | 26.991 | 28.206 | 29.475 | 30.801 | 32.187 | 33.636 | 35.149 | 36.731 |
| Trigo | 51.172 | 53.474 | 55.881 | 58.395 | 61.023 | 63.769 | 66.639 | 69.638 | 72.771 | 76.046 |
| Total Anual | 238.765 | 249.510 | 260.738 | 272.471 | 284.732 | 297.545 | 310.934 | 324.926 | 339.548 | 354.828 |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após estimar o valor das receitas e despesas totais pelo horizonte de 10 anos, o próximo passo é o de construir o fluxo de caixa do projeto (Tabela 4). Este demonstrativo financeiro aponta a movimentação do fluxo de recursos financeiros alocados no projeto, como entradas ou saídas de caixa, e o resultado líquido em cada exercício sendo considerado lucro, em sinal positivo, ou prejuízo, com sinal negativo. Utilizou-se como referência a modalidade lucro presumido, com a alíquota de 20% sob o resultado presumido do exercício conforme o art. 5 da Lei Federal 8.023/1990 do país sustenta (BRASIL, 1990).

Tabela 4 – Fluxo de caixa do projeto projetado para os próximos 10 anos (em reais).

| Itens | Ano 0 | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 | Ano 9 | Ano 10 |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Investimento Inicial | -702.075 | | | | | | | | | | |
| (+) Receita Operacional | | 350.016 | 374.972 | 401.708 | 430.349 | 461.033 | 493.905 | 529.120 | 566.847 | 607.263 | 650.560 |
| (-) Custo Operacional | | 238.765 | 249.510 | 260.738 | 272.471 | 284.732 | 297.545 | 310.934 | 324.926 | 339.548 | 354.828 |
| (=) Lucro Operacional | | 111.251 | 125.462 | 140.970 | 157.878 | 176.301 | 196.360 | 218.186 | 241.920 | 267.715 | 295.733 |
| (-) Imposto de Renda | | 22.250 | 25.092 | 28.194 | 31.576 | 35.260 | 39.272 | 43.637 | 48.384 | 53.543 | 59.147 |
| (=) Fluxo de Caixa Líquido | | 89.001 | 100.370 | 112.776 | 126.303 | 141.041 | 157.088 | 174.549 | 193.536 | 214.172 | 236.586 |
| FC Líquido Acumulado | -702.075 | -613.074 | -512.705 | -399.929 | -273.626 | -132.585 | 24.503 | 199.052 | 392.588 | 606.759 | 843.345 |

Fonte: Elaborado pelos autores.

A evolução do resultado do saldo do período inicial até o período subsequente é denominada de fluxo de caixa líquido acumulado. Este saldo inicia-se em valor negativo, pelo desembolso de recursos na ordem de –R\$702.075 no período zero para iniciar a operação. Este valor somado ao fluxo de caixa do período 1 é de –R\$613.6074. Após, somando o valor anterior junto ao valor do fluxo de caixa do período 2, visualizamos o valor de –R\$512.705. Posto isso, é possível notar que, sucessivamente, o valor do fluxo de caixa neste projeto vai aumentando continuamente. Ao final do décimo período, o valor do fluxo de caixa líquido acumulado é de R\$834.345.

4.1 Análise do Projeto de Diversificação pelos Métodos Tradicionais – VPL, TIR e Payback

Depois estruturar o fluxo de caixa do projeto, procedeu-se com a análise tradicional de investimento dos projetos, para posteriormente comparar com os resultados obtidos pela teoria das opções reais. Para efetuar os cálculos utilizou-se o software Microsoft Excel ®. A Taxa de juros Selic no valor de 13,75% (com base em 30/11/2016) foi escolhida como parâmetro para ser a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) do projeto por julgar que ela seria uma taxa representativa para o investimento que está sendo considerado frente às oscilações do mercado.

O VPL do projeto nestas condições é de R\$24.673,00, sugerindo que, ao final do último período do projeto, o mesmo consegue se pagar, demonstrando um valor positivo de R\$ R\$24.673,00. Para sustentar esta hipótese, obteve-se o resultado da TIR em 14,5%, ou seja, superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 13,75% do projeto - apontando a viabilidade do projeto de investimento pelos métodos tradicionais. O *payback*, ou período de retorno do projeto, é de 5 anos e 11 meses, que é o período em que o projeto já pagou o investimento inicial a começou a obter lucro. Entretanto, este *payback* não é suficiente para indicar a viabilidade do projeto e justificar o nível do investimento inicial, considerando o retorno estimado pela TMA.

Os resultados obtidos apontam a viabilidade do projeto de investimento de diversificação na produção rural. Entretanto, este valor do VPL para análise tem inúmeros vieses, pois, primeiramente, considera que a TMA é estática; segundo, não considera valor da volatilidade (risco) do projeto, que é muito influenciado pelos preços das *commodities*; e, por fim, também não considera o valor das flexibilidades gerenciais que estão implícitas neste tipo de investimento, como as opções, por exemplo, de adiar ou expandir a produção de uma cultura ou até mesmo de vender parte da terra, que exercem forte influência no fluxo de caixa do projeto.

4.2 Análise do Projeto de Investimento de Diversificação pela Teoria das Opções Reais

A análise das opções do projeto de diversificação na produção rural utilizando o modelo binomial possibilita a captação do valor das opções reais em cada nó do modelo, identificando a

captação das oportunidades de investimento que não são consideradas nos métodos de análise tradicionais. Para avaliar o projeto pelas opções reais, apresentamos as seguintes características:

- Valor Presente do Projeto (valor e): R\$843.345,00 soma dos fluxos de caixa líquidos;
- Investimento Inicial: R\$ 702.075,00;
- Valor Presente Líquido (VPL): R\$24.673,00;
- Número de períodos: 10 anos;
- Taxa de Juros (Rf): 13,75% a.a. (TMA).

Para iniciar a construção da árvore binomial das opções reais, é necessário obter um valor de volatilidade da opção do projeto. Como não há referência histórica da volatilidade para este tipo de projeto, foi necessária utilizar uma medida de aproximação (*Proxy*) para estimá-la. Evangelista (2006) utilizou o preço da soja para calcular a volatilidade dos projetos de uma cooperativa de crédito. O autor calculou a volatilidade anual em bases semestrais, quadrimestrais, mensais e diárias no período de 2000 a 2004, com o preço em dólar, e definiu o valor do risco para analisar os projetos da cooperativa em 20%. Neste sentido, utilizamos o mesmo método para obter o valor da volatilidade deste projeto. Para calculá-la, buscou-se o histórico do preço mensais da soja na base de dados da SEAB no período de 2006 a 2016 em reais e deflacionou-se a série através do índice IGP-M encontrada no sítio eletrônico da FGV, com base em 31/10/2016.

Em seguida calculou-se o desvio-padrão da série para encontrar o resultado da volatilidade (risco) do projeto. O valor obtido foi de 11%, logo após encontrar a volatilidade, inicia-se a construção dos nós da árvore binomial do projeto. As fórmulas utilizadas para achar as respostas ao modelo binomial para encontrar as opções reais, pela opção de venda americana, são mostradas a seguir:

- “ σ ” Volatilidade: 11%;
- Preço do exercício (X) = 70,2 (Investimento Inicial/ n° de períodos = 10);
- “ u ” (movimento ascendente) = 1,11628;
- “ d ” (movimento descendente) = 0,89583;
- Probabilidade “ q ” = 1,09627;
- Taxa de Risco (Rf): 13,75% a.a.

Para efeitos de simplificação matemática, dividimos por milhares (1.000) o valor do VPL e da Opção Real para construir a árvore binomial. Para construir os nós da árvore, multiplica-se o valor do VPL pelo valor do movimento ascendente ou descendente no período. O VPL inicia-se em R\$ 843 no período zero. O movimento ascendente para o primeiro período faz o VPL aumentar o seu valor para R\$ 941. O movimento descendente do período zero para o primeiro faz o valor do VPL cair para R\$ 755. A partir do primeiro período para o segundo, o movimento ascendente anterior pode tomar duas formas: ascender novamente, obtendo um VPL de R\$ 1.050; ou descender, trazendo o VPL novamente para a marca de R\$ 843. O movimento descendente do período zero para o primeiro segue o mesmo raciocínio do primeiro para o segundo: o valor do VPL ascende para R\$ 843 ou descende para R\$ 677. E assim, sucessivamente, constroem-se os nós da árvore binomial do VPL até o décimo período.

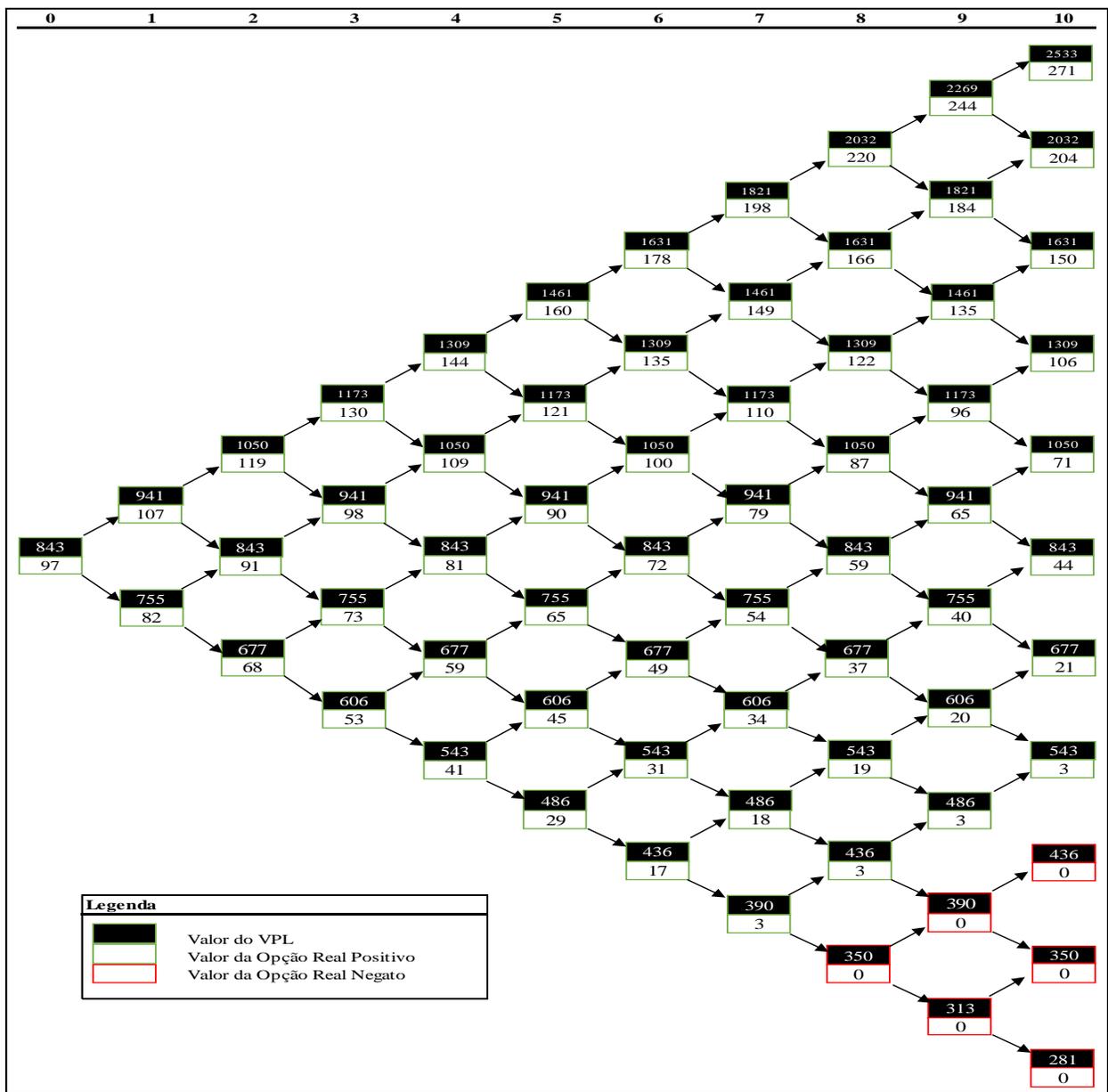
Para se obter o valor da opção real do projeto, o primeiro passo é obter o valor máximo que o VPL pode atingir no último período do projeto, multiplicando-o em cada nó pelo preço do exercício (X) e subtraindo-o pela taxa livre de risco (Rf). Depois, para obter o valor da opção nos

nós anteriores, busca-se a probabilidade de ocorrência deste valor considerando o valor da opção dos movimentos ascendente e descendente subsequente e divide-se o valor encontrado pela taxa livre de risco. Os resultados apontam, por exemplo, que o valor máximo da opção real no primeiro nó superior do período 10 é de R\$ 271; do segundo nó superior de R\$ 204; e, o valor da opção real no primeiro nó superior do período 9 que considera o cálculo das duas opções citadas anteriormente é de R\$ 244. Este processo se repete inversamente por toda a árvore do VPL até chegar ao período zero.

O modelo encontrado nos mostra que, dado um VPL de R\$843.000 no período zero, o valor da opção real encontrada é de R\$97.000,00, ou, 11,5% do valor inicial de oportunidade de ganhos obtidos pela flexibilidade do projeto. Este valor é maior do que o risco do projeto, representado pela volatilidade em 11%, que pode ser um critério de aceitação do projeto. Na árvore construída, nos 60 nós desenhados, apenas o último do oitavo período, os dois últimos do nono e o último nó do décimo período tem o seu valor da Opção Real em zero, representando nenhum ganho adicional pela continuidade do projeto. Por outro lado, isto nos mostra que, o administrador tem muitas possibilidades de obter ganhos adicionais durante a continuidade do projeto e que pode arriscar flexibilizar o projeto caso tenha interesse. A possibilidade de ganhos também é exponencial, apontando um VOR de R\$ 271.000 para um VPL de R\$ 2.533.000 no décimo período para o primeiro nó da árvore binomial.

O VPL alcança dois extremos ao final do projeto, um valor de R\$ 2.533.000, que representa mais de três vezes do VP inicial de R\$ 843.000, e um valor mínimo de R\$ 281.000, que representa em torno de 33% do VP inicial. Esta é a amplitude do risco corrido pelo gestor do projeto. Se analisarmos o incremento da opção real junto ao VPL tradicional no período zero para decidir a viabilidade do projeto, temos que o resultado VPL expandido do projeto é de R\$ 238.270, representando uma riqueza gerada na execução do projeto através de um lucro adicional de 28% do investimento inicial e a viabilidade do projeto. Diferente dos métodos tradicionais, o método da opção real incorpora a flexibilidade das opções no cálculo do VPL, pois assim, é possível tomar decisões incorporando o risco do projeto. A construção do modelo de árvore binomial aplicadas a este projeto de investimento em diversificação na produção rural abordados na análise está evidenciada na Figura 2.

Figura 2 – Árvore Binomial da Opção de Venda do Projeto de Diversificação Rural.



Fonte: Elaboração dos autores.

Estes resultados corroboram com os estudos de Brennan e Schwartz (2001), Moel e Tufano (2003), Evangelista (2006) e Nardelli e Macedo (2011). Da mesma forma que Brennan e Schwartz (2001), fica claro que a análise da viabilidade de projetos envolvendo *commodities* necessita uma melhor avaliação que não o VPL tradicional, o valor das opções reais permite representar as opções do gestor com mais fidedignidade. As decisões de investimento, conforme os resultados de Moel e Tufano (2002) são mais assertivas quando consideram o modelo das opções reais, já que este instrumento permite avaliar as especificidades do projeto. Assim como chegou a conclusão Evangelista (2006), o VPL tradicional ainda permanece importante, sendo fundamental na determinação das opções reais, já que este método busca complementar e ampliar a análise de investimentos em projetos estudados pelo método do VPL tradicional. Por fim, este estudo também encontrou resultados diferentes para o valor das opções reais e o valor presente tradicional, corroborando com a pesquisa de Nardelli e Macedo (2011).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo objetivou analisar o impacto que a teoria das opções reais da análise de investimentos tem sobre a diversificação da produção rural. Assim, estabeleceu-se esta pesquisa como exploratória, através de procedimentos de uma pesquisa documental, abordando o problema de forma quantitativa, o que permitiu abordar e descrever os resultados de forma adequada, alcançando uma resposta ao problema de pesquisa.

A pesquisa foi delimitada a análise de investimentos de uma produção agrícola de seis culturas diferentes em uma mini fazenda na região oeste do estado do Paraná, cujo tamanho era de 24 hectares, em um horizonte temporal de análise de 10 anos. As culturas escolhidas foram a de café, feijão, mandioca, milho, soja e trigo. O investimento total inicial das operações foi de R\$702.075, o qual considerava máquinas e utensílios agrícolas. Realizou-se a projeção anual das receitas por cultura, bem como a projeção do custo total do período para cada uma das culturas. Assim, foi possível estabelecer os custos e investimentos necessários, evidenciado através do fluxo de caixa do projeto nos 10 anos seguintes.

Pelos métodos tradicionais de análise, percebeu-se que o VPL foi de R\$ 24.673,00, demonstrando um resultado positivo, restando lucro ao investidor. Obteve-se o resultado da TIR em 14,5%, superior à taxa mínima de atratividade (13,75%) do projeto. O período de retorno do projeto, *payback*, foi de 5 anos e 11 meses. Assim, pelos métodos tradicionais conclui-se que o projeto de investimento de diversificação rural seria viável, o *payback* demonstra retorno dentro do período delimitado, o VPL e a TIR se mostraram superiores ao parâmetro esperado. O VPL, no entanto, tem inúmeros vieses, pois considera a TMA estática, não considera o valor da volatilidade (risco), que é característica própria das *commodities*, e também não considera o valor das flexibilidades gerenciais que estão implícitas neste tipo de investimento.

Pelo método das opções reais, o modelo demonstra que dado um VPL inicial de R\$843.000, o valor da opção real é de R\$97.000,00, ou seja, 11,5% do valor inicial de oportunidade de ganhos obtidos pela flexibilidade do projeto. Dessa forma, este valor é maior que o risco do projeto (11%), o que pode significar um critério de aceitação do projeto. O administrador tem muitas possibilidades de obter ganhos adicionais e flexibilizar o projeto durante a continuidade do mesmo. Assim, as possibilidades de ganho são exponenciais, apontando um VOR de R\$271.000 para um VPL de R\$2.553.000 no décimo período para o primeiro nó da árvore binomial. O VPL alcançou dois extremos ao final do projeto, um valor de R\$2.553.000 e um valor mínimo de R\$281.000, esta é a amplitude do risco corrido pelo gestor do projeto. O resultado VPL expandido do projeto é de R\$ 238.270, representando lucro adicional de de 28% do investimento inicial e a viabilidade do projeto.

Dessa forma, conclui-se que os dois métodos geram diferentes tipos de análises, sendo o método das opções reais o mais indicado por representar com maior fidedignidade a realidade do negócio. Assim, pode-se afirmar que os resultados deste estudo corroboram com os de Brennan e Schwartz (2001), Moel e Tufano (2002), Evangelista (2006) e Nardelli e Macedo (2011).

Como este estudo buscou obter uma resposta a como a teoria das opções reais pode aprimorar a análise de investimentos na diversificação rural, tem-se que as técnicas de análise da viabilidade de projetos têm as suas particularidades em cada contexto, apresentando os seus pontos fortes e fracos dependendo do enfoque adotado. É notável a diferença entre as técnicas expostas anteriormente, sendo que o modelo tradicional de análise de investimentos considera o valor do dinheiro no tempo, mas desconsidera o valor das flexibilidades gerenciais e o risco do projeto. Enquanto isto, o modelo das opções reais incorpora o risco na análise e oferece uma visão mais

ampla do caminho que o fluxo de caixa pode tomar através da árvore binomial, detalhando melhor a análise para a tomada de decisão.

Compreender as variações do VPL e a relação entre o risco e o retorno são fatores fundamentais para o gestor verificar se há a viabilidade no projeto e se ele que está disposto a correr os riscos na decisão de iniciar e da continuidade ao projeto. O modelo de diversificação na produção rural apresenta-se como uma alternativa favorável e positiva ao pequeno produtor, pois ele dilui o risco do plantio ao diversificar culturas em uma área ao longo dos anos. Além disso, ele pode testar quais culturas se adaptam melhor ao seu solo e reduzir a perda em função do manejo ou de externalidade climáticas, por exemplo. O estudo de caso exposto corrobora esta visão, apresentando através da árvore binomial um fluxo positivo do VPL e do valor das Opções Reais ao longo dos períodos, em quase a totalidade dos nós criados.

Portanto, as contribuições dessa pesquisa não ficaram restritas ao ambiente prático, já que buscou realizar uma análise de investimentos sob a ótica da teoria das opções reais. Essa análise permitiu além de perceber a utilidade desse instrumento como ferramenta de análise de investimentos, também avaliar como a teoria pode ser utilizada na realidade da diversificação rural, assunto ainda não explorado pelo método das opções reais. As contribuições para o campo acadêmico fortalecem a discussão da teoria das opções reais, possibilitando o uso desse estudo como referência nas próximas pesquisas.

Por fim, já que este artigo ficou delimitado a análise das opções reais na diversificação rural, sugere-se para estudos futuros a utilização desta teoria em outras áreas e cenários econômicos, já que o modelo das opções reais busca refletir de forma mais adequada as especificidades de cada projeto. Portanto, considerar diferentes cenários econômicos e projetos de investimentos, pode ser relevante na construção das próximas pesquisas.

REFERÊNCIAS

AMRAM, Martha; KULATILAKA, Nalin. **Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World**. Boston (USA): Harvard Business School, 1999.

BEUREN, Ilse Maria et al. **Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade**. 3ª Edição. São Paulo: Atlas, 2009.

BRASIL, **Lei 8.023 de 12 de abril de 1990**. Altera a legislação do Imposto de Renda sobre o resultado da atividade rural, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 13 de abril de 1990.

BRENNAN, Michael J.; SCHWARTZ, Eduardo S. Evaluating Natural Resource Investments. In: SCHWARTZ, Eduardo S.; TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options and Investment Under Uncertainty: classical reading and recent contributions**. Massachusetts: MIT Press, 2001. Cap.16.

CASAROTTO FILHO, Nelson, KOPITTKKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos**. 9 ed. São Paulo: Atlas.2000.

COPELAND, Tom E.; ANTIKAROV, Vladimir. **Opções Reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos**. Trad. Maria José Cyhlar Monteiro. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

DIXIT, Avinash K.; PINDYCK, Robert S. **The Options Approach to Capital Investment**. In: SCHWARTZ, Eduardo S.; TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options and Investment Under Uncertainty: classical reading and recent contributions**. Massachusetts: MIT Press, 2001. Cap. 5.

EVANGELISTA, Mário Luiz Santos. **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.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Didática e metodologia do ensino superior**. São Paulo, Atlas, 2009.

HULL, John. **Introdução aos Mercados Futuros e de Opções**. 2. ed. (Rev. e Ampl.). São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1996.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Paraná em números**. Curitiba, IparDES: 2016. Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br>> acesso em 22 dez. 2016.

MACEDO, M. A. S., NARDELLI, P. M. Utilizando Opções Reais na Análise de Viabilidade de Projetos de Investimentos Agropecuários: Um ensaio Teórico. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – **SOBER**, Rio Branco – AC, 20 a 23 de julho de 2008

MOEL, Alberto; TUFANO, Peter. When are real options exercised? An empirical study of mine closings. **Review of Financial Studies**, v. 15, n. 1, p. 35-64, 2002.

MONDHER, Bellalah. Extended DCF analysis and real options analysis within Information uncertainty: applications for project valuation and R&D. In: **International Annual Conference On Real Options**, 6. jun. 2002, Paphos, Cyprus. Anais eletrônicos.

MYERS, S. C. Finance Theory and Financial Strategy. **Midland Corporate Finance Journal**. v. 5, nº 1, p. 6-13, 1987.

NARDELLI, Paula Moreira; MACEDO, Marcelo Alvaro da Silva. Análise de um projeto agroindustrial utilizando a Teoria de Opções Reais: a opção de adiamento. **Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília**, v. 49, n. 4, p. 941-966, Dec. 2011.

PARANÁ. **Valor bruto da produção agropecuária paranaense: safra 2002/2003**. 2005. Disponível em: www.pr.gov.br/seab. Acesso em: 22 dez. 2016.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JORDAN, **Bradford D. Princípios de administração financeira: Essentials of Corporate Finance**. São Paulo: Atlas, 1998.

TRIGEORGIS, Lenos. (a) **Real Options: managerial flexibility and strategy in resource allocation**. Sixth printing.. Massachusetts: MIT Press, 2002.

TRIGEORGIS, L., MASON, S. P. Valuing Managerial Flexibility. **Midland Corporate Finance Journal**. v. 5, nº 1, p. 14-21, 1987.

VALLE, Francisco. **Manual de contabilidade Agrária**. São Paulo: Atlas, 1985.

WESTON, J. Fred e BRIGHAM Eugene F. **Fundamentos da administração financeira**. 10.ed., São Paulo: Makron Books, 2000