

TEORIA DE OPÇÕES REAIS E VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE PROJETOS ÁGROINDUSTRIAIS: O CASO DA OPÇÃO DE ABANDONO

Real Options Theory and Economical and Financial Viability of Agribusiness Projects: the case of disregard option

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, analisar a viabilidade econômico-financeira de um projeto agroindustrial, por meio da Teoria de Opções Reais (TOR). A razão para a utilização da TOR vem de duas características importantes: *a*) a irreversibilidade e *b*) a possibilidade de abandono da decisão de investir. Essas características, juntamente com a incerteza sobre o futuro, fazem com que a oportunidade de investimento seja análoga a uma opção financeira. Por exemplo, uma empresa com uma oportunidade de investimento irreversível assume uma opção, ou seja, tem o direito - mas não a obrigação - de comprar um ativo (o projeto) no futuro, a um preço de exercício (o investimento). Com o intuito de aplicar esses conceitos, foi realizado um estudo de caso, que consiste em um projeto agroindustrial de processamento de frutas, no qual se pretende produzir sucos, polpas, geléias, doces e frutas desidratadas. A avaliação pretende demonstrar o valor das flexibilidades operacionais que esse projeto apresenta, como abandonar a sua implementação. Para isso, adotou-se a metodologia proposta por Copeland e Antikarov (2001), a que adiciona à avaliação tradicional de Fluxo de Caixa Descontado as Opções Reais que o projeto possui. O resultado obtido, para o valor presente líquido expandido do projeto, considerando as opções reais, concluiu que a opção de abandono não tem valor significativo, em um caso de investimentos praticamente irrecuperáveis.

Marcelo Alvaro da Silva Macedo
Professor do Curso de Mestrado em Ciências Contábeis
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Paula Moreira Nardelli
Pesquisadora em temas sobre Viabilidade Econômico-Financeira de Projetos Agroindustriais
pnardelli@alimentos.senai.br

Recebido em 15/12/09. Aprovado em 29/9/10
Avaliado pelo sistema blind review
Avaliador Científico: Cristina Lelis Leal Calegario

ABSTRACT

This work aims to analyze the economical and financial feasibility of an agribusiness projects using the Real Options Theory. The main reason to use Real Options Theory is that this method considers two important characteristics: *a*) irreversibility *b*) the possibility to leave the investing decision. These particularities, as well as the uncertainty about the future among other similarities allows the investment opportunity considered analogous in many aspects for a financial option. For example, a company that has an irreversible investment opportunity takes an option, that is, it has the right - but not the obligation - to buy an asset (the project) in the future paying the current price (the investing). In order to apply these concepts, this work presents a case study: an agribusiness project for fruit processing that produces dehydrated fruits, pulps, juices, jams, and candies as its final products. The evaluation aims to demonstrate the value of operational flexibilities presented by this project, such as the disregard of project implementation. These flexibilities will be evaluated using the Real Options Theory, adopting the methodology proposed by Copeland & Antikarov (2001), which adds the Real Options of the project to the standard discounted cash flow method. The achieved results using the Expanded Net Present Value (ENPV), considering the real options, showed that the disregard option is not significant for the case of almost sunk investment.

Palavras-chave: Opções Reais, agronegócio, viabilidade econômico-financeira, projetos de investimento.

Key Words: Real options, agribusiness, economical and financial viability, investment projects.

1 INTRODUÇÃO

Diante do cenário atual, onde se deparam com grandes incertezas, constantes mudanças e aumento da concorrência, a questão da análise e seleção de projetos de investimento, ou, numa perspectiva mais ampla, da escolha entre alternativas de investimentos disponíveis para um investidor, é, sem dúvida, uma das questões cruciais da teoria econômica aplicada.

A abordagem tradicional básica leva em consideração o valor do dinheiro no tempo e custo de oportunidade. Esses conceitos são utilizados para definir o Valor Presente Líquido (VPL) dos projetos, que representa a riqueza criada (quando positivo) pelo projeto. Em complemento ao VPL existem outras técnicas de análise de viabilidade econômico-financeira de projetos de investimento, tais como a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Período de *Payback* Descontado (PPD), sendo que o

VPL é apresentado como o critério financeiramente mais correto, já que é a única que garante o alcance do objetivo financeiro de maximização da riqueza do acionista.

Porém, nem sempre os métodos tradicionais dão conta da complexidade gerencial de uma decisão de investimento, pois eles não consideram o que muitos autores denominam de problema de avaliação da flexibilidade gerencial, fazendo com que a avaliação baseada nesses indicadores seja fortemente questionada e de maneira geral subestime o valor gerado pelo projeto.

Assumindo fluxos de caixa predeterminados, a abordagem clássica pode ser caracterizada como estática, pois ignora a possibilidade de adoção de decisões gerenciais, por parte dos administradores de um projeto. Tais decisões estratégicas - adiamento do início das operações, alteração dos níveis de produção, expansão ou redução de capacidade, encerramento das atividades, entre outros - poderão certamente ser tomadas após a implantação do projeto, tendo em vista as condições de mercado que se verificarem no decorrer de sua vida útil.

Essas características, juntamente com a incerteza sobre o futuro, fazem com que, na presença de incerteza, uma empresa que tenha uma oportunidade de investimento carregue uma opção (DIXIT; PINDYCK, 1995). Quando a empresa investe, ela exerce essa opção. O valor dessa opção, dependendo das características do projeto (como, por exemplo, a volatilidade dos fluxos de caixa) pode ser bastante elevado, e regras de investimento que o ignoram - tipicamente, as regras do VPL e da TIR - podem conduzir a erros significativos.

O valor da opção, que contempla a flexibilidade gerencial na avaliação de projetos de investimento, pode ser calculado por meio dos métodos de precificação de opções, que são ferramentas promissoras, na análise de questões estratégicas. Essa aplicação gera o que se denomina de Teoria de Opções Reais (TOR).

É nesse contexto que se insere este trabalho, que procura discutir a aplicação da Teoria de Opções Reais (uso dos métodos de precificação de opções na avaliação de projetos de investimento), no ambiente do agronegócio. Isso porque no agronegócio questões relevantes para essa teoria são de praxe, tais como: a variabilidade de preços das matérias-primas, dos produtos, dos insumos e de volume de produção por conta das condições climáticas e das condições de mercado. Essas são incertezas associadas naturalmente a qualquer projeto agroindustrial, que trazem opções de adiamento, abandono, contração, expansão, mudança de produtos, dentre outras, que são o foco de precificação da Teoria de Opções Reais (TOR).

Objetivou-se, neste estudo, analisar a viabilidade econômico-financeira de um projeto agroindustrial, por meio da utilização da teoria de opções reais, tratando especificamente a opção de abandono dos investimentos, em quatro possíveis datas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Análise de Viabilidade Econômico-Financeira: métodos tradicionais

Um projeto de investimento pode ser resumido em um documento básico, o fluxo de caixa do projeto. O fluxo refere-se a períodos, geralmente anos, que abrangem sua vida útil. Os registros em cada período referem-se aos valores líquidos acumulados durante o período, resultados da diferença entre as entradas e as saídas de caixa, que ocorrem durante o período. O último valor do fluxo de caixa geralmente inclui o valor estimado da venda do projeto ao final da vida útil do investimento, o chamado valor residual, caso exista esse valor (NORONHA; DUARTE, 1995).

Segundo Macedo e Siqueira (2006), para analisar a viabilidade econômico-financeira, a partir do fluxo de caixa do projeto, é necessário utilizar um método denominado de Desconto de Fluxo de Caixa ou Fluxo de Caixa Descontado. A principal característica desse método é que não se podem comparar quantias em instantes de tempo diferentes, uma vez que um mesmo montante tem valores diferentes em períodos diferentes. O método consiste, então, em obter valores equivalentes em um único período.

De acordo com Brigham e Houston (1999), a base para o método de fluxo de caixa descontado é que o dinheiro tem mais valor hoje que no futuro. Isso ocorre não só pela desvalorização do dinheiro, mas também pelas oportunidades que se tem hoje e que poderão não existir no futuro, ou ainda pelo custo do capital para a realização do investimento.

Nesse método os fluxos de caixa futuros são, então, "penalizados" por um fator, chamado taxa de desconto ou taxa mínima de atratividade (TMA), de forma a refletir essas oportunidades, no pressuposto de que o investimento é irreversível (do tipo "agora ou nunca"), de forma a garantir que as entradas futuras deverão ser suficientes para pagar um empréstimo feito hoje de valor igual ao investimento inicial, ou pelo menos igualar os custos de oportunidade do capital (GITMAN, 2001).

De acordo com Damodaran (1997), existem alguns parâmetros de decisão ou indicadores de viabilidade econômico-financeira que podem ser obtidos pelo método do fluxo de caixa descontado. Os principais são o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Período de Payback Descontado (PPD).

O VPL consiste na diferença, a valor presente, ou seja, no início do projeto, entre os valores equivalentes dos fluxos de caixa futuros obtidos ao longo do projeto e o montante de investimento inicial. A regra do VPL considera que projetos com VPL negativo devem ser descartados e somente aqueles com valor positivo devem ser empreendidos. No caso de comparação entre dois ou mais projetos, prevalecem aqueles com maior VPL (DAMODARAN, 1997).

Segundo Damodaran (1997), a TIR é a taxa que torna o valor presente das entradas igual ao valor presente das saídas, ou seja, iguala os valores equivalentes dos fluxos de caixa futuros obtidos ao longo do projeto ao montante de investimento inicial.

A lógica da TIR é a de que se o projeto está oferecendo um retorno igual ou superior a TMA, ele estará gerando caixa suficiente para pagar os juros e para trazer remuneração adequada aos acionistas. Logo se a TIR do projeto for maior que a TMA (taxa de retorno mínima exigida para os projetos de investimentos), significa que a empresa estará aumentando sua riqueza ao aceitá-lo. Caso contrário deve ser rejeitado. É importante ressaltar que não se devem utilizar *rankings* de TIR's, pois esses podem levar a empresa, no caso de projetos mutuamente excludentes, a escolhas erradas e, por conseguinte, não maximizam a riqueza dos proprietários (LUNGA et al., 2008).

O PPD consiste, nas palavras de Damodaran (1997), no período de tempo necessário para que o valor presente dos fluxos de caixa futuros recuperem o valor investido no projeto. Pela regra do Payback, um investimento é aceitável quando o retorno do capital investido se dá num tempo igual ou menor que o padrão da empresa, que seria o tempo máximo que a empresa aceitaria esperar pelo retorno de seus investimentos. Se for superior, o projeto será rejeitado.

2.2 Teoria de Opções Reais

Hayes, Wheelwright e Clark (1988) criticam a maneira como a maioria das empresas elabora projeções dos fluxos de caixa futuros de seus projetos. Consideram “mecânica” a abordagem adotada, que avalia somente as consequências claramente associáveis à decisão de investimento inicial, ignorando as consequências de decisões futuras. Essas questões são abordadas por Brennan e Schwartz (1985a), Mason e Merton (1985) e Myers (1987), que definem esse problema como de avaliação da flexibilidade gerencial.

A utilização de técnicas tradicionais, como as descritas anteriormente, para análise de investimentos tende a subavaliá-los, uma vez que não abordam aspectos

como a flexibilidade gerencial inerente ao investimento (DIXIT; PINDYCK, 1995; TRIGEORGIS, 1996). Segundo os autores, a Teoria das Opções Reais pode suprir esse déficit referente à desconsideração de importantes aspectos ligados aos projetos de investimento.

Segundo Figueiredo (2002), a possibilidade de realizar investimentos posteriores para expansão de atividades iniciadas em escala menor é um exemplo de flexibilidade estratégica. A Teoria de Opções Reais (TOR) tem se mostrado uma metodologia realista para a avaliação de ativos (projetos de investimento), devido à sua característica dinâmica, que considera as flexibilidades gerenciais e operacionais ao longo da vida útil do projeto, podendo assim suprir esse déficit referente à desconsideração de importantes aspectos ligados aos projetos de investimento.

Assumindo fluxos de caixa predeterminados, a abordagem clássica pode ser caracterizada como estática, pois ignora a possibilidade de adoção de decisões gerenciais, por parte dos administradores de um projeto. Tais decisões - adiamento do início das operações, alteração dos níveis de produção, expansão ou redução de capacidade, encerramento das atividades, entre outros - poderão certamente ser tomadas após a implantação do projeto, tendo em vista as condições de mercado que se verificarem no decorrer de sua vida útil.

Brennan e Schwartz (1985b) ressaltam que a análise tradicional desconsidera o fato de que o nível de risco do projeto é afetado pela flexibilidade que as decisões gerenciais proporcionam. Projetos que podem ser alterados (ou mesmo abandonados) diante de condições adversas oferecem menos risco, especialmente se parte do investimento inicial pode ser recuperado.

Na opinião de Myers (1987), os métodos de precificação de opções são ferramentas promissoras, na análise de questões estratégicas, especialmente a da interdependência sequencial entre projetos. Mason e Merton (1985) e Trigeorgis e Mason (1987) são mais taxativos, ao afirmarem que a Teoria das Opções Reais é uma ferramenta adequada para lidar com o problema e resolvê-lo convenientemente.

De maneira sucinta, uma opção real é “o direito, mas não a obrigação, de empreender uma ação (por exemplo, diferir, expandir, contrair ou abandonar) a um custo predeterminado que se denomina preço de exercício, por um período preestabelecido – a vida da opção” (COPELAND; ANTIKAROV, 2001, p. 6).

Trigeorgis e Mason (1987) mostram que a aplicação da Teoria de Opções à análise de projetos pode

ser feita, de maneira prática e objetiva, numa série de situações em que a flexibilidade gerencial está presente, reconhecendo as oportunidades proporcionadas pelo mercado. Essa aplicação gera o que os autores denominam de VPL expandido, equivalente à soma do VPL tradicional, ou estático, a um prêmio de opção proporcionado pelas oportunidades de flexibilidade gerencial. Os autores concluem que o cálculo convencional de VPL pode subestimar projetos ao ignorar o prêmio de opção, que eventualmente compõe o seu valor total, e que a magnitude dessa subavaliação pode ser quantificada pela utilização da Teoria de Opções Reais (TOR).

Portanto, pode ser correto aceitar projetos cujo VPL estático é negativo, se o prêmio de opção existir e exceder esse valor. E, contrariamente ao senso comum, grande incerteza, altas taxas de juros e horizonte de investimento de longo prazo (quando existe a oportunidade de adiá-lo parcialmente) não são fatores que necessariamente reduzem o valor de uma oportunidade de investimento. Os efeitos negativos desses fatores sobre o VPL *estático* podem ser compensados pelo *prêmio de opção* proporcionado pela flexibilidade gerencial. Os trabalhos de Myers (1987) e Trigeorgis e Mason (1987) comprovam que as restrições à utilização da técnica tradicional na avaliação de investimentos têm fundamento. Assim sendo, a novidade trazida pela TOR é a de indicar que o valor estratégico de um investimento pode ser quantificado pelo valor do prêmio de opção que a flexibilidade gerencial proporciona ao investimento.

A TOR tem sido interpretada e apresentada por muitos autores como uma nova forma de pensar (*new way of thinking*) sobre decisões de investimentos corporativos. Sua premissa é que qualquer decisão sobre investir ou não em patrimônios reais é simplesmente uma opção (PARK; HERATH, 2000).

Algumas considerações típicas de métodos tradicionais devem ser repensadas. Como exemplo, ao adotar a “maneira de pensar” de opções reais, projetos não lucrativos a curto prazo poderão ser aceitos. As empresas, analistas e investidores devem passar a visualizar muitos investimentos como estratégia a longo prazo, o que impulsionaria uma alteração nos critérios de avaliação dos projetos. Assim, a análise de opções reais tende a reduzir aqueles investimentos imediatos em grande parte irreversíveis no intuito de obter novas informações de significativa repercussão para o projeto, enquanto irá valorizar outros investimentos que não geram retornos

imediatos, mas criam a possibilidade de futuras expansões (MILLER; PARK, 2002).

Essa realidade é totalmente aplicável na análise de viabilidade econômico-financeira de projetos agropecuários, pois com a aplicação das técnicas convencionais ignoram-se as possibilidades de decisões futuras, causadas pelas incertezas inerentes ao agronegócio, tais como variação de preços e de volume de produção.

Em projetos agropecuários, a incerteza ocorre principalmente com relação à flutuação dos preços futuros das *commodities* agropecuárias, que afetam bastante o retorno do investimento. Projetos que apresentam um VPL positivo hoje podem apresentar prejuízos num curto espaço de tempo. Os custos também são fonte de incertezas, pois os preços dos insumos específicos para agropecuária (sementes, adubos, defensivos e aluguel da terra) apresentam uma forte correlação com preço do produto a ser explorado. Além disso, outros elementos tais como a falha ou sucesso na adoção de novas tecnologias e as quebras de safras agrícolas devido a problemas climáticos são incertezas naturais em projetos dessa natureza.

2.3 Opção de Abandono: um caso específico

Caso o preço do produto sofra forte redução ou a operação apresente algum problema irremediável, a gerência não tem que continuar gastando os custos fixos em sua produção. Ao contrário, deverá ter uma valiosa opção de abandonar o projeto definitivamente para evitar perdas ainda maiores.

Essa opção pode ser avaliada como uma opção de venda do tipo americana, no valor corrente do projeto com preço de exercício igual à economia gerada pela venda dos ativos. Ativos de propósitos mais gerais podem ter um valor de revenda e uma opção de abandono mais valiosa do que outros de utilizações especiais.

Opções de abandono valiosas são geralmente encontradas em indústrias de capital intensivo, como aeronáutica e ferroviária, em serviços financeiros, e na introdução de novos produtos em mercados incertos.

Dixit e Pindyck (1995) ressaltam uma importante interpretação, muitas vezes desconsiderada em análise de investimentos, que reflete exatamente a opção de abandono: as empresas que desistem ou param de produzir, quando as operações que geram prejuízo também estão investindo.

Os pagamentos (despesas) realizados por multas contratuais, por exemplo, representam as despesas iniciais, enquanto a redução de futuras perdas corresponde aos recebimentos (entradas).

Na perspectiva do agronegócio, essa opção representa o direito de abandonar uma propriedade rural utilizada para um determinado plantio e equivale, formalmente, a uma opção americana de venda. Se os resultados forem ruins ao final da primeira safra, o responsável pela decisão poderá abandonar o projeto e realizar o valor de liquidação esperado (esse valor poderá ser visto como o preço de exercício da opção de venda).

Quando o VPL do ativo fica aquém do valor de liquidação, o ato de abandonar o projeto equivale à realização da opção de venda. Como o valor da liquidação do projeto define um limite de valor mínimo (o preço da propriedade rural), a opção de liquidar tem valor. Nesse caso, o projeto que pode ser liquidado vale mais do que o mesmo projeto sem a possibilidade de abandono (ou venda).

Essa hipótese é bastante realista em projetos que os custos e despesas variáveis operacionais sejam maiores que as receitas operacionais (ou seja, possuem margem de contribuição negativa).

2.4 O Modelo Binomial na Teoria de Opções Reais

As diferentes abordagens de valoração de opções reais podem ser separadas de acordo com a forma com que o tempo é considerado: de forma discreta ou contínua. Abordagens “*lattice*” multinomial constituem a avaliação que considera tempo discreto, enquanto equações de “solução fechada”, equações diferenciais estocásticas e simulação de Monte Carlo são abordagens que avaliam em tempo contínuo (MILLER; PARK, 2002).

A abordagem *lattice* assume que o ativo subjacente segue um processo estocástico discreto, multinomial e multiplicativo, ao longo do tempo, de maneira a se obter alguma forma de “árvore”. O valor da opção é, então, resolvido recursivamente a partir dos nós finais da árvore. A vantagem de sua utilização é o procedimento flexível de avaliação (MILLER; PARK, 2002).

Existem muitos trabalhos na literatura que desenvolveram abordagens *lattice* na valoração de opções reais. Cox, Ross e Rubinstein (1979) desenvolveram uma abordagem binomial para valorar opções, a qual se tornou bastante utilizada. Apesar de ter sido concebido para avaliar opções financeiras, esse modelo é útil para modelar e apreçar opções reais.

O modelo binomial é um modelo de tempo discreto para apreçamento de opções, e explica claramente o princípio econômico fundamental da não arbitragem para valoração de opções. A ideia básica é desenvolver um *portfolio* apropriado para replicar os retornos futuros da opção.

Cox, Ross e Rubinstein (1979) afirmam que, para se determinar o valor exato de uma opção de compra (C), é necessário e suficiente que se tenha:

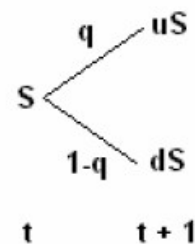
- Preço de exercício (X);
- Preço do ativo subjacente (S);
- Média dos movimentos de subida (u) e de descida (d) no preço do ativo subjacente; e
- Taxa de juros ($r = 1 + rf$), sendo rf a taxa livre de risco.

O modelo binomial assume que:

- O preço do ativo segue um processo multiplicativo binomial em períodos discretos. Assim, para cada período, o ativo (representado por uma ação no momento do desenvolvimento do modelo) pode assumir somente dois valores distintos no tempo. Esses movimentos são descritos como ascendente e descendente pelo fato de representarem um valor maior e outro menor que o anterior;
- A taxa de juros é constante;
- Pode-se emprestar ou tomar emprestado, a mesma taxa livre de risco.

Supondo que o preço do ativo no tempo t seja S ; no tempo $t+1$, ela valerá uS , com probabilidade q ou dS com probabilidade $(1-q)$. Os valores de u e d representam as taxas de retorno se o ativo se move para cima ou para baixo respectivamente. A Figura 01, a seguir, representa de forma esquemática os movimentos supradefinidos:

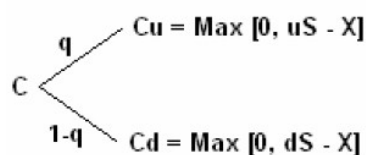
FIGURA 01 – Movimentos de um Ativo pelo Modelo Binomial Multiplicativo



Fonte: Adaptado de Cox, Ross e Rubinstein (1979)

Para valorar uma opção de compra, C , sobre esse ativo, C_u e C_d representam o valor da opção ao final de um período, quando o preço do ativo é uS e dS , respectivamente. Sendo X o preço de Exercício da opção, os possíveis valores para a opção serão: $C_u = \text{Max} [uS - X, 0]$ e $C_d = \text{Max} [dS - X, 0]$, conforme demonstrado na Figura 02:

FIGURA 02 – Movimento referente a uma Opção de Compra para um Período.



Fonte: Adaptado de Cox, Ross e Rubinstein (1979)

Segundo Cox, Ross e Rubinstein (1979) as probabilidades objetivas (q e $1 - q$) são substituídas por probabilidades intrínsecas ao movimento ascendente e descendente do modelo binomial (p e $1 - p$) denominadas de probabilidades neutras ao risco. Essas podem ser definidas da seguinte maneira:

$$p = \frac{r - d}{u - d} \quad \text{e} \quad 1 - p = \frac{u - r}{u - d}$$

Cox, Ross e Rubinstein (1979) chegaram à seguinte equação para calcular o preço de uma opção de compra (sobre um ativo que não paga dividendos), um período antes de sua expiração, em termos de S , X , r , u e d .

$$C = \frac{p \cdot C_u + (1 - p) \cdot C_d}{r}$$

Onde: $r = 1 +$ taxa livre de risco.

Cox, Ross e Rubinstein (1979) ressaltam as principais características da relação apresentada nessa equação:

- a probabilidade objetiva q não aparece na fórmula. Isso significa que as diferentes visões dos diversos investidores quanto às probabilidades que acreditam com relação ao movimento de subida ou descida da ação não influenciarão o valor da opção;
- o valor da opção não depende das atitudes dos investidores em relação ao risco;
- a única variável aleatória da qual o preço da opção de compra depende é o preço da própria ação (ou do ativo subjacente à opção).

A avaliação de uma opção pelo método binomial, quando existe mais de um período, é uma extensão direta da fórmula para um período. Assim, esse método pode avaliar situações com grande número de períodos. Entretanto, à medida que se aumenta a quantidade de períodos, o cálculo das opções torna-se mais trabalhoso.

Outra importante relação apresentada por Cox, Ross e Rubinstein (1979) foi a estimativa dos valores de u e d , os quais se baseiam no desvio-padrão da taxa de retorno ou volatilidade dos retornos (σ), no número n de intervalos ou períodos até a expiração e no tempo t até a expiração. De outra maneira, t/n representa o tempo transcorrido entre mudanças sucessivas no preço do ativo. As fórmulas apresentadas por esses autores são:

$$u = e^{+\sigma \sqrt{t/n}}$$

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

Esse será o modelo a ser utilizado para avaliação da opção de abandono no projeto agroindustrial a ser analisado.

3 METODOLOGIA

Nesta investigação foram combinadas algumas modalidades de pesquisas: Pesquisa Descritiva, pois foi descrita a realidade; e Estudo de Caso, já que o tema central se encontra em desenvolvimento, e ainda não há muitas informações e trabalhos a respeito da aplicação de Opções Reais em projetos agroindustriais. O uso de estudo de caso justifica-se na medida em que este trabalho constitui-se numa pesquisa exploratória, pois este tipo de pesquisa, segundo Zaltam e Burger (1975), aplica-se quando as evidências disponíveis são contraditórias ou insuficientes para permitir o estabelecimento de hipóteses formais ou a detecção de novos conceitos.

De acordo com Vergara (2009), uma investigação exploratória é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Andrade (2001) complementa dizendo que essa se configura como a fase preliminar, que busca proporcionar maiores informações sobre o assunto que se vai investigar.

Foi adotada como estratégia de pesquisa a metodologia de estudo de caso por propor estudar um foco “bem delimitado, devendo ter seus contornos claramente definidos no desenrolar do estudo” (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p. 17). Assim, destaca-se a relevância desse método devido à possibilidade de aprofundar no entendimento de uma realidade que possa ser estendida a outras oportunidades futuras de pesquisa a partir do caso em estudo.

Segundo Bourchalat (1961), um caso procura descrever uma situação concreta extraída do mundo dos negócios. Além disso, é uma espécie de elo que une a experiência do executivo em seu trabalho ao pesquisador

nos seus esforços de compreender o processo de gestão. De acordo com Yin (1993), os estudos de casos são fortes em realismo e em validade interna. Porém, não apresentam validade estatística para que se possam generalizar os fatos observados, além de serem difíceis de replicações.

Para o desenvolvimento do estudo de caso, foi realizada uma coleta de dados quantitativos obtidos durante a pesquisa exploratória e documental. A pesquisa baseou-se em dados coletados de um projeto agroindustrial, em que se pretende fabricar e vender sucos, polpas, geléias, doces e frutas desidratadas. A unidade agroindustrial avaliada deverá ser implantada na Região Norte do estado do RJ, de forma a difundir e desenvolver o Pólo de Fruticultura instalado na região.

As informações sobre o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica para implantação dessa empresa agroindustrial de processamento de frutas serviu de subsídio numérico para a construção do modelo de aplicação da Teoria de Opções Reais, que representa o tratamento dos dados deste trabalho.

O projeto foi desenvolvido, no período de Julho a Dezembro 2007, por uma empresa prestadora de serviços de consultoria para a área de alimentos e bebidas, que recebeu a demanda de uma cooperativa que comercializa, até o presente momento, frutas *in natura*.

Primeiramente, para se fazer o estudo de viabilidade técnica e econômica, levantaram-se dados referentes às possíveis demandas relacionados ao mercado dos produtos da Cooperativa, para o cálculo das estimativas de produção, receita e custos diretos e indiretos e a estimativa de investimento. Para isso, foram consultados sites, como por exemplo, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, da Bolsa de Gêneros Alimentícios do Rio de Janeiro – BGA-RJ, da Brasil Rio – Promoções e Empreendimentos Ltda, da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP, da Fundação Getúlio Vargas – FGV, dentre outros, profissionais do ramo, empresas fabricantes de equipamentos e insumos, produtores e cooperativas fornecedoras de matérias-primas.

Para se analisar os dados do projeto da unidade agroindustrial de processamento de frutas, foram calculados, pela análise tradicional, os seguintes indicadores: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Tempo de Retorno de Capital (período de payback descontado – PPD) e Ponto de Equilíbrio (PE).

Para calcular o valor da opção, utilizando-se o modelo binominal por meio do método da probabilidade

neutra ao risco, foi suposto que as oscilações dos preços das matérias-primas respeitam uma distribuição binomial no período de tempo (Δt). Foi estimado para o cálculo do VPL expandido, o período de tempo (Δt), a taxa livre de risco (r) no período considerado, e a volatilidade (σ). O passo a passo para os cálculos é descrito a seguir.

As opções calculadas neste trabalho são: Opção de Abandono para o período de um, dois, três e quatro anos. Seguem abaixo os passos para o cálculo do valor das opções, segundo Copeland e Antikarov (2001).

- Primeiro passo: Cálculo do VPL do projeto

Cálculo do VPL do projeto, sem flexibilidades, por meio da metodologia tradicional do fluxo de caixa, descontado à taxa de desconto ajustada ao risco, determinando, dessa forma, o valor presente (VP) do projeto.

- Segundo passo: modelagem das incertezas que afetam o valor do ativo subjacente e da árvore de eventos

A principal incerteza presente no projeto é a volatilidade dos preços das frutas, que são as principais matérias-primas usadas no projeto, ela foi calculada a partir da série histórica de preços das frutas do período de janeiro de 2000 a agosto de 2008.

Com auxílio do programa computacional Excel, foi calculada a volatilidade dos preços das frutas da seguinte maneira, levando-se em consideração suas entressafas:

- para cada fruta e a cada mês, foi multiplicado o seu preço (aplicando a taxa de marcação de 50% a 75% aos custos unitários, levando-se em consideração condições de competitividade dos produtos) pela sua quantidade anual;
- com esses resultados, calcula-se o logaritmo neperiano entre o resultado do período sobre o resultado do período anterior;
- depois, foi calculada a média ponderada do logaritmo neperiano para um mesmo período, levando-se em consideração as quantidades de entrada de cada fruta no projeto;
- assim, calcula-se o desvio-padrão dos resultados da média ponderada, em todo o período considerado;
- o desvio-padrão encontrado foi anualizado, multiplicando-se por raiz quadrada de 12, conforme demonstrado em Hull (2005).

Esse desvio-padrão é a volatilidade usada para a construção da árvore, e, posteriormente, no cálculo do valor da opção. Ou seja, aproxima-se a volatilidade dos fluxos do projeto à volatilidade de preços de seu principal insumo: as frutas. Em síntese, a volatilidade utilizada representa a variação de preço da combinação de frutas utilizada no processo produtivo a cada mês.

O valor de referência para a taxa de juros livre de risco é a taxa de poupança. Foi feita uma média das taxas anuais de poupança do período de 2000 a 2008, o mesmo período considerado para o cálculo da volatilidade das frutas.

Para se modelar a árvore de eventos, segundo o modelo binomial proposto por Cox, Rox e Rubinstein (1979), foram utilizadas planilhas do Excel. O valor do projeto foi determinado para cada nó do evento utilizando os valores de u e d , movimentos ascendentes e descendentes, respectivamente. Também foram consideradas a volatilidade do projeto (σ), a taxa de juros livre de risco (r), as probabilidades neutras ao risco p e $(1-p)$ e cada ano foi um instante de tempo (t).

O resultado dessa árvore, ainda sem flexibilidade, deverá ser igual ao resultado calculado no primeiro passo.

- Terceiro passo: Modelagem da árvore de decisão

Para a modelagem da árvore de decisão, as opções reais presentes no projeto foram consideradas em cada nó de decisão onde elas existam. Segundo Brandão (2002), a árvore binomial transforma-se em árvore de decisão, ao incorporar-se às opções reais no projeto.

Portanto, por meio da árvore de decisão, obtém-se, o valor da opção de abandono para o projeto.

- Quarto passo: Análise das opções reais

Após o cálculo do VPL do projeto e do valor da opção de abandono para o período um, dois, três e quatro, considerando incertezas e flexibilidades, tem-se o VPL expandido, ou seja, o valor da riqueza criada considerando o valor das opções reais, a partir da seguinte relação $VPL_{\text{expandido}} = VPL_{\text{tradicional}} + VPL_{\text{opções reais}}$.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Considerações Iniciais e Análise Tradicional

Na análise do projeto da unidade de processamento de frutas, foram utilizados índices tradicionais de viabilidade econômico-financeira, tais como Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL), Período de Payback Descontado (PPD) e Ponto de Equilíbrio (PE), com Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 15% a.a., baseados nas taxas existentes no mercado, e horizonte de análise de 10 anos.

O projeto da unidade de industrialização tem como objetivo o processamento mensal de frutas em torno de 155.000 Kg, produzindo 96.000 Kg de derivados de frutas, entre abacaxi desidratado e banana-passa; geléias de abacaxi, maracujá, goiaba, manga e pêssego; doce de banana; polpas de abacaxi, banana, maracujá, goiaba,

manga e pêssego; e sucos de abacaxi, maracujá, goiaba, manga e pêssego.

A partir do plano de produção, fez-se o cálculo dos investimentos iniciais da empresa, considerando os itens: construção civil de prédios e instalações, máquinas, equipamentos, utensílios e outros necessários para o início do projeto. Esse levantamento foi dimensionado de acordo com a produção pretendida para a indústria. Ainda, considerou-se como zero o custo relativo a terreno e terraplanagem, uma vez que, para esse projeto, o terreno foi doação da prefeitura municipal da região onde o empreendimento será instalado. Na tabela 01 mostra-se a descrição dos principais itens referentes ao investimento inicial:

TABELA 01 – Descrição dos Itens de Investimento Inicial

Descrição	Total por Item
Prédios e Instalações	R\$ 994.184,92
Equipamentos e Utensílios	R\$ 771.250,00
Sub Total	R\$ 1.765.434,92
Capital de Giro	R\$ 124.205,45
Reserva Técnica	R\$ 353.086,98
Investimento Inicial	R\$ 2.242.727,35

Calculou-se o investimento inicial total, que ficou em torno de R\$2.243.000,00, suficiente para adquirir máquinas e equipamentos, para fazer as obras civis e para formar um capital de giro necessário para desencadear o negócio. É importante salientar que o investimento em capital de giro foi estimado para cobertura de 1 mês de operações, mais uma reserva técnica de 20% desse valor. Além disso, para os investimentos permanentes foi estimada uma reserva técnica de 20% de seu valor.

Foram levantados, para o cenário proposto, os custos fixos do projeto, ou seja, aqueles que ocorrem independentemente da produção ou vendas, como, por exemplo, gastos com energia elétrica (onde foram incluídos 18% de impostos), telefonia e água, dentre outros, num total de R\$ 52.603,54/mês.

Também foram estimados outros custos referentes à operação da fábrica. Em relação à mão de obra, essa foi dividida em mão de obra direta (funcionários ligados diretamente à área de produção) e mão de obra indireta (funcionários do setor administrativo). Para a mão de obra direta, são necessários 30 colaboradores para as áreas de seleção, recebimento, linha de fabricação, embalagem, congelamento e outros, além de um supervisor de produção

e um gerente, totalizando um custo de R\$ 29.241,00, com salários e encargos. Para a mão de obra indireta, foram estimados 20 colaboradores, entre auxiliares administrativos, faxineiros, vendedores, contador, secretário, e outros, somando R\$ 21.660,00 (já com os encargos). Logo, os custos totais com mão de obra são R\$ 50.901,00/mês.

Dentro dos custos variáveis, foram levantados os custos com insumos, ou seja, materiais diretos como matérias-primas, materiais secundários, embalagens e demais materiais utilizados na fabricação dos produtos.

Depois de conhecido o custo de mão de obra e sabendo quanto irá gastar com insumos, calculou-se o custo unitário de produção. Chega-se a ele somando o custo unitário dos materiais diretos com um rateio dos custos fixos, da mão de obra, e da depreciação, como mostrado na Tabela 02. Em relação à depreciação, que foi calculada com base no método linear ou em linha reta, foi estimada para os equipamentos, uma vida útil de 10 anos e

em relação às instalações, uma vida útil de 50 anos, conforme recomenda Ramos et al. (2006).

Como dito anteriormente, chegou-se ao preço unitário de venda por embalagem aplicando a taxa de marcação aos custos unitários. Essa variou de 50 % a 75 % e foi obtida levando em consideração condições de competitividade dos produtos. Após o levantamento do preço de venda por embalagem, obteve-se a Receita Operacional Mensal, que é considerada entrada de caixa, de R\$ 403.261,66/mês. A projeção dessa receita foi resultante do potencial de mercado, da capacidade produtiva e da força de vendas da empresa. Na Tabela 03, verificam-se os preços de venda e a Receita Operacional Mensal.

Com estas informações, pode-se montar o fluxo de caixa para a análise da viabilidade. O fluxo de caixa anual pode ser visto na Tabela 04, e é o conjunto de entradas (receitas) e saídas (despesas) relativo ao período do projeto.

Para o cálculo desse fluxo de caixa, admitiu-se que foram vendidas 40%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 75%,

TABELA 02 – Custos Unitários por Produto

Código	Nome do Produto	Insumos	Mão de Obra	Depreciação	Custo Fixo	Custo Unitário (Kg)
1	Abacaxi Desidratado	R\$0,65	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 2,14
2	Polpa de Abacaxi	R\$0,91	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 2,39
3	Suco Abacaxi (20L)	R\$1,32	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 2,81
4	Suco Abacaxi (1L)	R\$1,26	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 2,75
5	Geléia de Abacaxi	R\$4,41	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 5,90
6	Polpa de Goiaba	R\$1,41	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 2,90
7	Suco Goiaba (20L)	R\$1,82	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 3,31
8	Suco Goiaba (1L)	R\$1,77	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 3,25
9	Geléia de Goiaba	R\$4,77	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 6,26
10	Polpa de Manga	R\$0,91	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 2,39
11	Suco Manga (20L)	R\$1,32	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 2,81
12	Suco Manga (1L)	R\$1,26	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 2,75
13	Geléia de Manga	R\$3,29	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 4,78
14	Polpa de Maracujá	R\$1,11	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 2,60
15	Suco Maracujá (20L)	R\$1,52	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 3,01
16	Suco Maracujá (1L)	R\$1,46	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 2,95
17	Geléia de Maracujá	R\$4,64	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 6,13
18	Polpa de Pêssego	R\$1,51	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 3,00
19	Suco Pêssego (20L)	R\$1,92	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 3,41
20	Suco Pêssego (1L)	R\$1,87	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 3,35
21	Geléia de Pêssego	R\$4,81	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 6,30
22	Banana-Passa	R\$16,25	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 17,74
23	Polpa de Banana	R\$1,11	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 2,60
24	Doce de Banana	R\$2,25	R\$0,68	R\$0,11	R\$0,70	R\$ 3,73

TABELA 03 – Receita Operacional Mensal por Produto

Preço Unitário de Venda e Receita Operacional					
Código	Nome do Produto	Preço/Kg	Quant./Emb.	Preço/Em bal.	Valor / Mês
1	Abacaxi Desidratado	R\$3,75	5,00 kg	R\$18,75	R\$1.326,26
2	Polpa de Abacaxi	R\$4,20	200,00 kg	R\$839,50	R\$62.347,96
3	Suco Abacaxi (20L)	R\$4,19	20,00 kg	R\$83,82	R\$20.519,94
4	Suco Abacaxi (1L)	R\$4,10	1,00 kg	R\$4,10	R\$3.545,94
5	Geléia de Abacaxi	R\$10,34	0,24 kg	R\$2,48	R\$26.231,15
6	Polpa de Goiaba	R\$5,08	200,00 kg	R\$1.016,71	R\$39.413,46
7	Suco Goiaba (20L)	R\$4,94	20,00 kg	R\$98,86	R\$12.916,88
8	Suco Goiaba (1L)	R\$4,86	1,00 kg	R\$4,86	R\$2.239,30
9	Geléia de Goiaba	R\$10,98	0,24 kg	R\$2,63	R\$12.298,84
10	Polpa de Manga	R\$4,20	200,00 kg	R\$839,50	R\$44.736,68
11	Suco Manga (20L)	R\$4,19	20,00 kg	R\$83,82	R\$12.294,75
12	Suco Manga (1L)	R\$4,10	1,00 kg	R\$4,10	R\$2.124,59
13	Geléia de Manga	R\$8,38	0,24 kg	R\$2,01	R\$6.981,95
14	Polpa de Maracujá	R\$4,55	200,00 kg	R\$910,38	R\$27.966,95
15	Suco Maracujá (20L)	R\$4,49	20,00 kg	R\$89,83	R\$9.043,22
16	Suco Maracujá (1L)	R\$4,40	1,00 kg	R\$4,40	R\$1.564,93
17	Geléia de Maracujá	R\$10,76	0,24 kg	R\$2,58	R\$8.102,04
18	Polpa de Pêssego	R\$5,26	200,00 kg	R\$1.052,15	R\$16.325,96
19	Suco Pêssego (20L)	R\$5,09	20,00 kg	R\$101,87	R\$5.524,88
20	Suco Pêssego (1L)	R\$5,01	1,00 kg	R\$5,01	R\$5.430,43
21	Geléia de Pêssego	R\$11,05	0,24 kg	R\$2,65	R\$4.906,03
22	Banana-Passa	R\$31,11	0,20 kg	R\$6,22	R\$30.384,64
23	Polpa de Banana	R\$4,55	200,00 kg	R\$910,38	R\$23.708,25
24	Doce de Banana	R\$6,55	0,60 kg	R\$3,93	R\$23.326,64
Receita Operacional Total por Mês				R\$403.261,66	

80% e 80%, referentes à capacidade de produção, respectivamente, nos 10 anos de vida útil do projeto. O fluxo de caixa do ano 0 representa o valor do investimento inicial apresentado no Quadro 01. Foi considerada ainda uma necessidade de complementação de capital de giro no ano 01, nos mesmos níveis do que foi feito no ano 0. Para fins de cálculo, estimou-se uma alíquota de imposto de renda na ordem de 15 % para os lucros tributáveis da empresa. Um último ponto relevante para montagem do fluxo de caixa é que a depreciação foi considerada como custo operacional e assim relacionada como uma saída no cálculo do fluxo de

caixa anual. Porém, como essa tem efeito de economia fiscal, mas não representa uma saída efetiva de caixa, seu valor foi somado ao final do fluxo de cada ano. No ano 10 foi considerada uma recuperação do capital investido (de giro e permanente), na ordem de R\$ 1.000.000,00.

Utilizando-se uma TMA de 15% a.a., pode-se calcular o VPL do projeto que foi de R\$ 430.297,10. Além disso, foi calculada a TIR que ficou em torno de 18,43% a.a. e o PPD, que foi de 9 anos.

Com base nos dados, pode-se concluir, em relação à viabilidade econômico-financeira desse projeto que,

TABELA 04 – Fluxo de Caixa do Projeto

Itens	Ano 0	Ano1	Ano2	Ano3	Ano4	Ano5
Capacidade		40%	50%	55%	60%	65%
Investimento inicial	R\$ (2.242.727,35)	R\$ (124.205,45)				
Receita Operacional		R\$ 1.935.655,99	R\$ 2.419.569,98	R\$ 2.661.526,98	R\$ 2.903.483,98	R\$ 3.145.440,98
Custo Operacional		R\$ (1.827.024,33)	R\$ (2.125.969,79)	R\$ (2.275.442,52)	R\$ (2.424.915,25)	R\$ (2.574.387,98)
Lucro Operacional		R\$ 108.631,66	R\$ 293.600,19	R\$ 386.084,46	R\$ 478.568,73	R\$ 571.053,00
Imposto de Renda		R\$ (16.294,75)	R\$ (44.040,03)	R\$ (57.912,67)	R\$ (71.785,31)	R\$ (85.657,95)
Fluxo de Caixa Bruto		R\$ (31.868,54)	R\$ 249.560,16	R\$ 328.171,79	R\$ 406.783,42	R\$ 485.395,05
Depreciação		R\$ 98.903,69	R\$ 98.903,69	R\$ 98.903,69	R\$ 98.903,69	R\$ 98.903,69
Fluxo de Cx. Líquido	R\$ (2.242.727,35)	R\$ 67.035,15	R\$ 348.463,85	R\$ 427.075,48	R\$ 505.687,11	R\$ 584.298,74
Itens		Ano6	Ano7	Ano8	Ano9	Ano10
Capacidade		70%	75%	75%	80%	80%
Investimento inicial						R\$ 1.000.000,00
Receita Operacional		R\$ 3.387.397,98	R\$ 3.629.354,98	R\$ 3.629.354,98	R\$ 3.871.311,97	R\$ 3.871.311,97
Custo Operacional		R\$ (2.723.860,71)	R\$ (2.873.333,45)	R\$ (2.873.333,45)	R\$ (3.022.806,18)	R\$ (3.022.806,18)
Lucro Operacional		R\$ 663.537,27	R\$ 756.021,53	R\$ 756.021,53	R\$ 848.505,79	R\$ 848.505,79
Imposto de Renda		R\$ (99.530,59)	R\$ (113.403,23)	R\$ (113.403,23)	R\$ (127.275,87)	R\$ (127.275,87)
Fluxo de Caixa Bruto		R\$ 564.006,68	R\$ 642.618,30	R\$ 642.618,30	R\$ 721.229,92	R\$ 1.721.229,92
Depreciação		R\$ 98.903,69	R\$ 98.903,69	R\$ 98.903,69	R\$ 98.903,69	R\$ 98.903,69
Fluxo de Cx. Líquido		R\$ 662.910,37	R\$ 741.521,99	R\$ 741.521,99	R\$ 820.133,61	R\$ 1.820.133,61

considerando o VPL e a TIR, o projeto é viável, considerando TMA de 15% a.a. e uma vida útil de 10 anos, pois VPL é maior do que zero e a TIR é maior que a taxa mínima de atratividade (TMA). Porém, ressalta-se que o projeto possui um período de recuperação bastante elevado, considerando sua vida útil.

Uma análise de sensibilidade foi feita em relação a algumas variáveis. A primeira, em relação ao valor residual do projeto (considerado inicialmente no montante de R\$ 1.000.000,00), percebe-se que, mesmo que esse valor seja zerado, o projeto ainda continua viável, com VPL de cerca de R\$ 183.000,00 e TIR de pouco mais de 16% a.a. Outra análise deu-se em relação aos fluxos de caixa anuais. Percebeu-se que havia a possibilidade de uma redução máxima de 16,1% para que o projeto ainda assim continuasse a ser viável. Com isso mostra-se a folga que os fluxos de caixa têm no sentido de gerar alguma segurança na empresa, em relação aos indicadores calculados.

Por fim, procedeu-se à análise de ponto de equilíbrio, a partir dos dados operacionais resumidos na Tabela 05.

Com os valores dos custos fixos totais, da receita operacional e dos custos variáveis totais, calculou-se o Ponto de Equilíbrio, que ficou em torno de 34% da

capacidade produtiva estimada para o projeto (receita total máxima). Isso implica dizer que, para obter lucro, a operação precisa trabalhar acima de 34% da capacidade produtiva.

Para o ponto de equilíbrio, também foi feita uma análise de sensibilidade. Essa teve como ponto de partida, fazer simulações com os valores de algumas variáveis até que o ponto de equilíbrio ficasse no limite máximo (pré estabelecido) de 50% da capacidade. Por essa análise procura mostrar-se o quanto cada variável pode alterar para que o ponto de equilíbrio de 34% chegue ao limite de 50% da capacidade produtiva. Assim, a variação encontrada em cada variável comprova a sensibilidade do ponto equilíbrio a mudanças em cada uma dessas.

Primeiramente, observou-se que os custos fixos poderiam aumentar até 46% dos níveis atuais, e mesmo assim o projeto ficaria a um nível aceitável de risco (volume do P.E. = 50% da capacidade). O mesmo foi feito em relação aos custos variáveis e encontrou-se que esses podem crescer no máximo 20% para que o ponto de equilíbrio não ultrapasse a marca de 50% da capacidade. Já em relação à receita total, percebeu-se que a redução máxima aceitável para esse nível de risco operacional proposto seria de 12%. Isso quer dizer que perdas de receitas representam problemas sérios para o projeto, já que esse possui maior sensibilidade (menor margem de segurança) em relação a esta variável.

TABELA 05 – Resultado Operacional Mensal

Resultados	Valor / Mês	%
Receita Operacional	R\$403.261,66	
Custos Variáveis	R\$249.121,22	61,80%
Custos Fixos	R\$52.603,54	13,00%
Custo Total	R\$301.724,76	74,80%
Lucro Operacional	R\$101.536,91	25,20%
Contribuição Social	R\$15.230,54	3,80%
Lucro Líquido	R\$86.306,37	21,40%
Margem de Contribuição	R\$154.140,45	38,20%
Ponto de Equilíbrio	R\$137.621,19	34,10%
Lucratividade Operacional		25,20%

4.2 Análise dos Resultados da Aplicação da TOR

O modelo de Opções Reais utilizado para complementar a análise tradicional permite aos tomadores de decisão avaliar, com base em informações mais completas e levando em consideração a presença de incertezas e flexibilidades gerenciais, a viabilidade de implantação do projeto.

O cálculo dos indicadores, inclusive o VPL, foi apresentado, em detalhes, no item 4.1, sendo que o VPL encontrado do projeto foi de R\$ 430.297,10.

Pelo método do VPL, indicar-se-ia o investimento no projeto, já que possui VPL positivo. Porém, esse resultado é insuficiente para a tomada de decisão, como constatou-se na revisão de literatura, já que não considera os riscos (volatilidade dos fluxos de caixa) e a possibilidade de mudança de decisão, ao longo do projeto.

Assumiu-se uma incerteza para o projeto de unidade processadora de frutas: o preço das frutas que são utilizadas como entradas (matéria-prima principal do projeto).

Pôde-se observar a incerteza pelas séries históricas de preços das frutas comercializadas no CEASA-RJ, no período de janeiro de 2000 a agosto de 2008 (Fontes: SIMA/RJ e PESAGRO-Rio). A partir dessas séries históricas, calculou-se a volatilidade anual dos preços, conforme descrito na Metodologia, tendo como valor encontrado 32,21%.

A partir das taxas de poupança anuais do período de 2000 a 2008 (Fonte: www.portalbrasil.net), foi calculada a taxa livre de risco, como sendo a média dessas taxas anuais, que ficou em torno de 8,72% a.a.

Dessa forma, os dados para a modelagem binomial da opção de adiamento, ficaram da seguinte maneira:

$$\text{VPL} = \text{R}\$430.297,10$$

$$\text{Investimento Inicial} = \text{R}\$2.350.732,09 \text{ (Fc da data 0 + VP do investimento em capital de giro da data 01)}$$

Valor Presente dos Fluxos de Caixa Futuros = R\$2.781.029,19 (VPL + Investimento Inicial)

$\sigma = 32,21\%$ (volatilidade anual)

$r = 8,72\%$ (taxa livre de risco)

$t = 1$ (período de variação dos fluxos)

$u = e^{32,21\% \cdot 1} = 1,38$ (taxa de subida dos fluxos)

$d = 1/u = 0,72$ (taxa de descida dos fluxos)

$p = \frac{(1+r)-d}{(u-d)} \Rightarrow p = \frac{(1+0,0872)-0,72}{(1,38-0,72)} = 0,55$ (prob. de subida dos fluxos)

$(u-d) \quad (1,38-0,72)$

$1-p = 0,45$ (prob. de descida dos fluxos)

$k = [\text{Inv. em Ativo Fixo} \times (1-m_1) \times (1-m_2)] + [\text{Inv. em Giro} \times (1+r)^t]$, sendo os seguintes valores em cada período: para o ano 0 = R\$ 2.350.732,09; para o ano 01 = R\$ 1.814.176,91; para o ano 02 = R\$ 1.416.410,79; para o ano 03 = R\$ 1.126.907,75; para o ano 04 = R\$ 921.519,75. Nesse cálculo, m_1 equivale à taxa acumulada de perda de valor econômico por uso (depreciação) e m_2 à taxa de perda de valor econômico pela liquidação. O valor de m_1 foi obtido pelo uso do método de depreciação da Soma dos Algorismos dos Anos, enquanto que o valor de m_2 foi obtido no método de depreciação de Matheson ou Exponencial (RAMOS et al., 2006). Para a depreciação utilizou-se horizonte de 10, anos com valor residual de R\$ 464.233,31 (valor do fluxo de caixa residual menos o valor atualizado do capital de giro). Já para as perdas por liquidação, uma taxa de 14,08 % a.a.

Foram utilizadas as variáveis acima para construção das árvores binomiais e, conseqüentemente, para o cálculo da Opção de Abandono, para um, dois, três e quatro anos. A Figura 03 (no anexo) representa a primeira árvore em que o valor presente do fluxo de caixa futuro é multiplicado pelo movimento ascendente ou descendente e as probabilidades de cada nó são apresentadas.

A ideia, então, é fazer o valor presente dos fluxos de caixa futuros variar de acordo com as taxas binárias de subida e descida, obtidas a partir da volatilidade dos preços das frutas. Depois disso, obtém-se as diferenças entre os valores de exercício em cada período (k) e esses valores, ou seja, os valores de $k - S_u$ e $k - S_d$.

Cabe ressaltar que os valores de k (na opção de abandono) são iguais aos valores de liquidação dos ativos ano a ano, nesse caso, para os períodos 01, 02, 03 e 04. Como dito anteriormente, esses valores de liquidação para o ativo fixo (permanente) combinam perdas por uso e por liquidação e para o capital de giro consideram a atualização pela taxa livre de risco.

De posse desses valores ($k - S$), obtém-se o máximo entre esses e zero, ou seja, o maior valor entre esta diferença e o valor zero. Tem-se, então, em cada nó da árvore binomial, o quanto o preço de exercício (k) ultrapassa o valor presente dos fluxos de caixa futuros.

O próximo passo é ponderar a existência de opções reais, ou seja, quando $k - S$ é maior que zero, pelas suas respectivas probabilidades neutras ao risco (figura 03). O valor presente da soma desses valores ponderados, em cada período, representa o valor da opção de abandono do projeto, nos anos um, dois, três ou quatro, respectivamente. Na Tabela 06, pode-se observar os VPL expandidos e o valor da opção de abandonar, considerando-se que $VPL \text{ expandido} = VPL \text{ tradicional} + VPL \text{ opções reais}$.

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 06, que considerou a presença de incertezas e flexibilidades gerenciais e complementou a análise tradicional, verifica-se que há informações mais completas para a tomada de decisão.

Com a incorporação das opções reais na avaliação do projeto, nesse caso da opção de abandono, constata-se que não vale a pena exercer a opção de abandono (liquidar os ativos) nos primeiros dois anos. Isso porque, principalmente, a volatilidade frente à taxa livre de risco não é grande o suficiente para haver a possibilidade de uma queda acentuada nos fluxos de caixa, de modo a ser viável a liquidação dos ativos. Somente a partir do ano 03 é que existem perdas potenciais que criam valor para a opção de abandono. Mesmo assim, por conta da baixa volatilidade em relação à taxa livre de risco, os valores da opção de abandono são ínfimos se comparados ao VPL do projeto (cerca de 1%).

Isso está acontecendo, especificamente nesse caso, por conta da taxa combinada de perda de valor dos ativos fixos. Considerou-se, para o cálculo dessa taxa, que os ativos eram parcialmente dedicados, ou seja, que esses não eram tão fáceis de alienar e que, por isso, apenas parcialmente recuperáveis. Isso faz com que a perda de valor seja consideravelmente grande, principalmente no início da atividade (ou seja, o valor de k decresce rapidamente), e, por isso, a opção de abandono é ruim.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela aplicação da TOR conduzida neste estudo mostrou-se que em situações nas quais a questão da incerteza seja relevante, como é o caso de projetos agroindustriais, é possível quantificar as flexibilidades gerenciais existentes em função da possibilidade de decisões de abandonar a implementação de um projeto.

A questão fundamental da análise conduzida é que as incertezas envolvendo variáveis fundamentais para a avaliação do projeto, como por exemplo, o preço das matérias-primas principais, não são consideradas pelo método tradicional do fluxo de caixa descontado. Dessa forma, para capturar as incertezas e flexibilidades existentes, o trabalho utilizou a Teoria de Opções Reais, metodologia complementar ao método tradicional de valor presente líquido.

O valor presente líquido do projeto, pela análise tradicional, é de R\$ 430.297,10, e com a incorporação da opção de abandono, temos o valor expandido, para os anos três e quatro elevado em cerca de 1%. Dessa forma, pôde-se perceber que, neste projeto, a metodologia tradicional não chega a subestimar de forma relevante a riqueza gerada pelo projeto, pois a opção de abandono não apresenta valores significativos por conta dos investimentos serem apenas parcialmente recuperáveis.

Cabe destacar, que a aplicação da TOR é totalmente pertinente no ambiente do agronegócio, pois além de apresentar todas as condições para implementação da técnica de análise o setor ainda teria como resposta uma conclusão mais realista sobre a viabilidade econômico-financeira de projetos de investimento. Isso impulsionaria o setor a novos investimentos, pois projetos tradicionalmente não viáveis poderiam mudar de perspectiva, sendo implementados em função de ganhos provenientes das opções reais.

Este trabalho avaliou a opção de abandono da implantação de uma empresa agroindustrial de processamento de frutas, mas inúmeras outras formas de opções podem ser consideradas, como por exemplo, a opção de adiamento, em que o investidor poderia aguardar para iniciar o empreendimento, com o intuito de se obter novas informações relevantes ao projeto, reduzindo assim, as incertezas, e somente investirá se as condições futuras forem favoráveis, mudando sua decisão significativamente. Sendo assim, para estudos posteriores, sugere-se incorporar outros tipos de opções.

TABELA 06 – Cálculo do VPL Expandido e do Valor da Opção de Adiamento

Período	0	1	2	3	4
Opção Abandono	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 4.783,09	R\$ 4.419,06
VPL Exp	R\$ 430.297,10	R\$ 430.297,10	R\$ 430.297,10	R\$ 435.080,19	R\$ 434.716,16

Ainda, sugere-se, para trabalhos futuros, o desafio de refinamento dos cálculos da volatilidade, em que se possa avaliar, conjuntamente, outras incertezas inerentes ao projeto, além do preço da matéria-prima.

6 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. M. **Como preparar trabalhos para cursos de pós graduação**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- BOURCHALAT, J. **La methode de cas**. Paris: Universitaires de France, 1961.
- BRANDÃO, L. **Uma aplicação da teoria das Opções Reais em tempo discreto para avaliação de uma concessão rodoviária no Brasil**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2002.
- BRENNAN, M. J.; SCHWARTZ, E. S. Evaluating natural resource investments. **Journal of Business**, v. 58, n. 2, p. 135-157, 1985a.
- _____. A new approach to evaluating natural resource investments. **Midland Corporation Finance Journal**, v. 3, n. 1, p. 37-47, 1985b.
- BRIGHAM, E. F.; HOUSTON, J. F. **Fundamentos da moderna administração financeira**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- COPELAND, T. E.; ANTIKAROV, V. **Opções reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- COX, J.; ROSS, S.; RUBINSTEIN, M. Option pricing: a simplified approach. **Journal of Financial Economics**, v. 7, p. 229-264, 1979.
- DAMODARAN, A. **Avaliação de Investimento: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.
- DIXIT, A. K.; PINDYCK, R. S. **Investment under uncertainty**. New Jersey: Princeton University, 1995.
- FIGUEIREDO, A. C. **Introdução aos derivativos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2002.
- GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. **Dinamic manufacturing: creating the learning organization**. New York: The Free, 1988.
- HULL, J. C. **Fundamentos dos mercados futuros e de opções**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2005.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens avaliativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- LUNGA, A. et al. Análise de viabilidade econômico-financeira de diferentes sistemas de exploração de seringueiras. **Custos e @gronegocio Online**, v. 4, n. 3, p. 98-125, 2008.
- MACEDO, M. A. S.; SIQUEIRA, J. R. M. Custo e estrutura de capital: uma abordagem crítica. In: MARQUES, J. A. V. C.; SIQUEIRA, J. R. M. **Finanças corporativas: aspectos essenciais**. Rio de Janeiro: F. Bastos, 2006.
- MASON, S. P.; MERTON, R. C. The role of contingent claims analysis in corporate finance. In: ALTMAN, E. I.; SUBRAHMANYAM, M. G. **Recent advances in corporate finance**. Homewood: Irwin, 1985. p. 9-54.
- MILLER, L. T.; PARK, C. S. Decision making under uncertainty: real options to the rescue? **The Engineering Economist**, v. 47, n. 2, p. 105-150, 2002.
- MYERS, S. C. Finance theory and financial strategy. **Midland Corporate Finance Journal**, v. 5, n. 1, p. 6-13, 1987.
- NORONHA, J. F.; DUARTE, L. Avaliação de projetos de investimentos na empresa agropecuária. In: AIDAR, A. C. K. **Administração rural**. São Paulo: Paulicéia, 1995.
- PARK, C. S.; HERATH, H. S. B. Exploiting uncertainty: investment opportunities as real options: a new way of thinking in engineering economics. **The Engineering Economist**, v. 45, n. 1, p. 1-36, 2000.
- RAMOS, A. T. et al. **Contabilidade introdutória**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- TRIGEORGIS, L. **Real options: managerial flexibility and strategy in resource allocation**. Cambridge: The MIT, 1996.
- TRIGEORGIS, L.; MASON, S. P. Valuing managerial flexibility. **Midland Corporate Finance Journal**, v. 5, n. 1, p. 14-21, 1987.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- YIN, R. **Applications of case study research**. Newbury Park: Sage, 1993.
- ZALTAMN, G.; BURGER, P. C. **Marketing research: fundamentals and dynamics**. Himdale: Druden, 1975.

ANEXO

FIGURA 03 – Árvore do Valor Presente dos Fluxos de Caixas Futuros e das

