



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



UTILIZANDO OPÇÕES REAIS NA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE PROJETOS DE INVESTIMENTO AGROPECUÁRIOS: UM ENSAIO TEÓRICO

MARCELO ALVARO DA SILVA MACEDO; PAULA MOREIRA NARDELLI;

PPGEN/UFRURALRJ

SEROPÉDICA - RJ - BRASIL

alvaro@ufrj.br

APRESENTAÇÃO ORAL

Economia e Gestão do Agronegócio

Utilizando Opções Reais na Análise de Viabilidade de Projetos de Investimento Agropecuários: um ensaio teórico

Grupo de Pesquisa: Economia e Gestão do Agronegócio

Resumo

Este artigo representa um ensaio teórico que busca apresentar e discutir a aplicação da Teoria de Opções Reais (TOR) na análise de viabilidade econômico-financeira de projetos agropecuários. Através de uma revisão sobre os métodos tradicionais de avaliação de projetos de investimento; sobre os problemas, restrições e limitações ao uso destes; e sobre a teoria das opções reais e seus principais usos, este trabalho busca formar base de sustentação teórica para através de um exemplo ilustrativo mostrar a aplicação da TOR no agronegócio. Busca-se, através deste exemplo, discutir a possibilidade de melhorar as análises de viabilidade na área agrária pela aplicação da TOR. As motivações, justificativas e impactos positivos pelo uso da metodologia em projetos agropecuários serão explorados pelo exemplo e apresentados em sua análise. Estes mostram que existe uma ampla aderência entre a TOR e a análise de viabilidade econômico-financeira de projetos agropecuários, em virtude das características destes no que tange às incertezas futuras de preço e de volume.



Palavras-Chave: Opções Reais; Agronegócio; Viabilidade Econômico-Financeira; Projetos de Investimento.

Abstract

This paper represents a theoretical framework which searches for presenting and discussing the application of the Real Options Theory (ROT) under the economical and financial viability of farm projects. Through a review of the traditional investment projects evaluation methods, about the problems, restrictions and limitations of their usage, and related to the real options theory and its main usages, this work seeks to form a theoretical support base to through an illustrative sample show the ROT application in agribusiness. It's searched, through this example, to discuss the possibility of increase the viability analysis in the agrarian area by the application of ROT. The motivations, justifications and positive impacts by the usage of this methodology in farm projects are operated by the sample and showed on its analysis. These ones show that exists a wide adherence between the ROT and the economical and financial viability analysis of farm projects, because of the features of these ones related to the future uncertainties of price and volume.

Key Words: Real Options; Agribusiness; Economical and Financial Viability; Investment Projects.

1. Introdução

A questão da análise e seleção de projetos, ou, numa perspectiva mais ampla, da escolha entre alternativas de investimento disponíveis para um investidor é, sem dúvida, uma das questões cruciais da teoria econômica aplicada.

A abordagem padrão começa com uma visão geral do problema. São introduzidos conceitos básicos de valor do dinheiro no tempo, custo de oportunidade e taxas de juros.

Em seguida, estes conceitos são utilizados para definir Valor Presente Líquido (VPL). Para calculá-lo é necessário somar todos os fluxos de caixa líquidos proporcionados pelo investimento em determinado projeto, trazidos a valor presente a uma taxa de desconto predeterminada e subtraí-lo do valor do investimento inicial.

Em princípio, cada projeto possui seu próprio custo de capital. Na prática, as firmas agrupam projetos similares em classes de risco e usam o mesmo custo de capital para os projetos de uma mesma classe.

A existência de VPL positivo é definida como o critério básico de aceitação de determinado projeto e na ordenação de VPLs como critério de escolha entre diversas alternativas de investimento. Tais critérios são comumente comparados a outros, como cálculo de taxa interna de retorno (TIR) e de prazo de *payback*, e o VPL é apresentado como o critério financeiramente mais correto.

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.

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, etc - 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.

Para poder contemplar esta flexibilidade gerencial na avaliação de projetos de investimento, existe a possibilidade de utilização dos métodos de precificação de opções, que são ferramentas promissoras, na análise de questões estratégicas. Esta aplicação gera o que denomina-se de Teoria de Opções Reais (TOR).

A partir do momento em que oportunidades de investimento passam a ser visualizadas como opções reais, a teoria e prática das tomadas de decisão sobre investimentos de capital muda substancialmente, ao modificar o entendimento sobre importantes fatores como a incerteza, a irreversibilidade e a escolha do tempo ideal (*timing*) para se efetivar o investimento.

É neste contexto que se insere este trabalho, que procura mostrar 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 esta teoria são de praxe, tais como: a variabilidade de preços dos produtos e dos insumos e de volume de produção por conta das condições climáticas. Estas são incertezas associadas naturalmente a qualquer projeto agropecuário, 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).

2. Análise Tradicional de Viabilidade Econômico-Financeira de Projetos de Investimento

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 de caixa e as saídas de caixa, incluindo impostos, 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 este valor.

Uma característica do método de fluxo de caixa descontado é que não se pode 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.

A base para o método de fluxo de caixa descontado é que o dinheiro tem mais valor hoje que no futuro. Isto 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 as entradas futuras são então “penalizadas” por um fator, chamado taxa de desconto, 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.

Este método permite, então, a definição de indicadores relativos a cada alternativa de investimento. Os principais indicadores que se baseiam em fluxo de caixa descontado são:



- Valor Presente Líquido (VPL): O VPL refere-se à diferença, no início do projeto (data presente), entre as entradas futuras geradas pelo projeto e os investimentos feitos. A melhor alternativa é a que apresenta maior VPL, dentre as que possuem VPL positivo.
- Taxa Interna de Retorno (TIR): O VPL de qualquer projeto diminui com o aumento da taxa de desconto. A TIR é a taxa de desconto que torna nulo o VPL de um determinado projeto, representando, assim, a taxa acima da qual o VPL do investimento torna-se negativo.

De acordo com Amram e Kulatilaka (1999 e 2000), o principal problema com os métodos de fluxo de caixa descontado é a dificuldade na estimativa dos valores a serem considerados. Na falta de dados confiáveis, ou devido à dificuldade em obtê-los, os analistas recorrem ao desenvolvimento de vários cenários ou acréscimos na taxa de desconto referente a um fator de incerteza (nesse caso é mais comum denominar a taxa de desconto de Taxa Mínima de Atratividade). Quando os riscos de um projeto são maiores do que o esperado, a prática mais comum é a de aumentar a taxa de desconto.

Para os autores Park e Herath (2000), o Valor Presente Líquido (VPL) tem sido um dos indicadores mais utilizados pelas empresas nas últimas duas décadas. Entretanto, como a maioria das novas abordagens que surgem, levou-se tempo para que esta forma de valorização de projetos ganhasse uma real aceitação no mercado.

O VPL consiste na diferença, no início do projeto, entre os valores equivalentes dos retornos e de todos os investimentos e/ou desembolsos feitos ao longo do projeto. A partir do fluxo de caixa representa-se o VPL matematicamente da seguinte maneira:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{(E - I)_t}{(1 + i)^t} - I_0$$

sendo:

E = Valores recebidos (entradas) ao longo de todo o período considerado de realização do projeto;

I = Investimentos feitos ao longo de todo o período considerado do projeto, sendo I_0 o investimento inicial, enquanto I_t os gastos com manutenção, mão-de-obra etc;

i = Taxa de Desconto ou Taxa Mínima de Atratividade ou Custo de Capital;

t = Período considerado na análise (1, 2, 3, ... , n);

n = Número de períodos (tempo ou vida útil do projeto).

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.

Para um mesmo fluxo de caixa, o VPL aumenta com a redução da taxa de desconto considerada e diminui com maiores taxas de desconto. Como há dificuldades para uma estimativa confiável dos fluxos de caixa, ou considerando que os custos desta estimativa são



altos, recorre-se à incorporação das incertezas na taxa de desconto, a taxa mínima de atratividade.

Porém, esta abordagem não considera a possível correlação entre um projeto a ser empreendido hoje com outros a serem realizados no futuro. Um investimento pode não ser atrativo hoje, podendo, entretanto, representar um caminho para outros projetos futuros. Neste sentido, o valor de um investimento não é função apenas de seu futuro fluxo de caixa, mas dependerá (ou poderá depender) também de oportunidades resultantes de outros projetos (KESTER, 1984).

Este é um fato relevante em projetos agropecuários, pois em alguns casos pode existir uma atividade não rentável subsidiando uma outra econômico-financeiramente atrativa. Este é o caso de muitos projetos de produtos apiários, que muitas das vezes têm baixa rentabilidade, mas são cruciais na polinização de outras culturas.

Há também dificuldades de natureza prática, por exemplo, no ajuste do risco nos projetos e na mensuração dos benefícios gerados por alguns projetos que podem ter um VPL negativo, mas que poderão trazer uma imagem positiva para a empresa.

Resumindo, verifica-se que o VPL leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, os VPLs podem ser somados e dependem apenas dos fluxos de caixa e do custo de capital. Mas o Valor Presente Líquido depende da determinação do custo de capital e é um conceito de mais difícil assimilação pelos empresários se comparada a Taxa Interna de Retorno.

Já para se calcular a TIR usa-se a seguinte fórmula:

$$-FC_0 + \frac{FC_1}{(1+TIR)^1} + \frac{FC_2}{(1+TIR)^2} + \frac{FC_3}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

sendo:

FC = Fluxo de Caixa ao longo de todo o período considerado do projeto;

TIR = Taxa Interna de Retorno.

Nesta fórmula, precisa-se encontrar o valor que torne a equação igual a zero, ou seja, precisa-se tornar o valor presente das entradas igual ao valor presente das saídas. Conforme colocado por Lemes Júnior *et al.* (2005), a Taxa Interna de Retorno é a taxa que iguala as entradas de caixa ao valor a ser investido no projeto.

Quanto maior for a TIR melhor será o projeto. Ela é conhecida como interna, pois depende somente dos fluxos de caixa do projeto e não de taxas oferecidas no mercado que são utilizadas no VPL, e é preferida pelos empresários pois estes podem avaliar o projeto em termos de taxas percentuais.

A lógica da TIR é a de que se o projeto está oferecendo um retorno igual ou superior ao custo de capital da empresa, 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 o custo de capital da empresa (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.

Ao analisar esta regra, verifica-se que a TIR leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, depende apenas dos fluxos de caixa e permite a comparação entre a taxa de retorno do projeto e as taxas de mercado. Mas, em contrapartida, pode-se obter respostas múltiplas ou



até não se obter resposta alguma, se os fluxos de caixa não forem convencionais (o que é muito comum). Além disso, o uso da TIR pode conduzir a decisões incorretas nos investimentos mutuamente excludentes.

No próximo item tratar-se-á, de forma mais aprofundada, dos principais problemas no uso das ferramentas (VPL e TIR) da abordagem tradicional de análise de viabilidade econômico-financeira de projetos.

3. Problemas na Análise Tradicional de Viabilidade Econômico-Financeira

Os profissionais responsáveis pela elaboração do planejamento estratégico das empresas estão entre os principais críticos da teoria financeira tradicional, especialmente das técnicas de fluxo descontado. O argumento principal destes profissionais é o de que a excessiva preocupação com a análise financeira privilegia os investimentos de curto prazo. Os investimentos de longo prazo, cujos VPLs são penalizados pela incerteza e pela demora do recebimento de fluxos de caixa futuros, acabam sendo sacrificados.

Na visão da escola de estratégia empresarial, existem fatores estratégicos fundamentais para a manutenção ou aumento da competitividade de uma empresa, sem a qual sua lucratividade futura (e, em última análise, a sua própria sobrevivência) fica comprometida. Tais fatores podem não ser convenientemente traduzidos em incremento dos fluxos de caixa futuros. Assim sendo, na opinião de diversos estudiosos de estratégia empresarial, projetos para os quais se calcula VPL baixo, ou mesmo negativo, podem ser adotados por razões estratégicas, e projetos com VPL aparentemente alto podem ser ignorados, por não atenderem aos objetivos estratégicos da empresa.

A saída para este impasse entre os profissionais de finanças e de estratégia está na aplicação de uma metodologia que considere explicitamente as questões estratégicas futuras.

Existem empresas que, ao utilizar a teoria financeira tradicional para analisar alternativas de investimento, cometem erros graves. Partindo de procedimentos teoricamente corretos, freqüentemente sacrificam a saúde da empresa a longo prazo, privilegiando retorno a curto prazo. Fazem escolhas de investimento arbitrárias, que ao longo do tempo se transformam em crescimento desapontador, perda de *market share*, perda de liderança tecnológica, e assim por diante. Tais erros, que tanto desagradam os teóricos do planejamento estratégico, poderiam ser evitados por uma melhor compreensão (e, portanto, o uso correto) da teoria tradicional de finanças.

Um dos erros clássicos do uso de técnicas de fluxo de caixa descontado, principal ferramenta da teoria tradicional de análise de investimentos, é a utilização de *rankings* de taxas internas de retorno (TIR), em lugar do cálculo de VPL. Brealey e Myers (1996), Copeland e Weston (1988) e outros livros-texto de finanças demonstram, exaustivamente, que o uso de *rankings* de TIR levam a decisões não ótimas, sob o ponto de vista da teoria de finanças - para a qual o objetivo maior do administrador deve ser o aumento da riqueza dos acionistas.

A técnica da TIR apresenta diversos problemas: a hipótese de reinvestimento (o cálculo de TIR assume implicitamente que todos os fluxos de caixa gerados pelo projeto podem ser reinvestidos à TIR); a violação do princípio da aditividade (a escolha entre projetos mutuamente exclusivos muda, caso eles sejam combinados a um terceiro projeto) e a ocorrência de múltiplas ou de nenhuma TIR, já que esta representa a raiz de um polinômio de grau n . Outro problema inerente ao cálculo da TIR: é mais fácil obter maiores TIRs se o



volume de capital a ser investido é pequeno, e a vida útil do projeto é curta. Projetos de longa duração e intensivos em capital tendem a ser descartados pelo critério de TIR, mesmo apresentando VPL substancial.

Porém, cabe ressaltar que tudo não se trata de uma simples correção de atitudes erradas, pois existem algumas limitações dos métodos tradicionais que precisam ser discutidas. Brennan e Schwartz (1985b) enfatizam que a maneira clássica de cálculo de VPL, foi formulada, originalmente, para o cálculo do valor de um investimento com fluxos de caixa fixos e predeterminados. No entanto, ressaltam que sua utilização para avaliar ativos reais, ou projetos sujeitos a risco, só é possível através da aceitação tácita de duas suposições, ou convenções. A primeira delas é a de que fluxos de caixa futuros podem ser representados por seus valores esperados e de que esses valores podem ser predeterminados. Porém, isso não é válido, pois se está ignorando que estes são incertos e se está desprezando a distribuição de probabilidade de ocorrência dos mesmos.

A segunda é a de que a taxa de desconto é conhecida, constante e depende somente do perfil de risco do projeto. No entanto, ela varia não apenas em função do tempo de vida remanescente, mas também da lucratividade corrente do projeto, tendo em vista as alterações que uma maior ou menor geração de caixa provocam em seu grau de alavancagem operacional. Porém, como a geração de caixa é incerta a taxa de desconto também se torna, além de mutante, incerta.

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 conseqüências claramente associáveis à decisão de investimento inicial, ignorando as conseqüências de decisões futuras. Advogam uma perspectiva "orgânica", que assume uma certa inevitabilidade na maneira como certos eventos geram outros eventos no decorrer de um projeto, e uma razoável previsibilidade destes eventos a partir do momento em que o projeto tem início.

Ainda segundo Hayes, Wheelwright e Clark (1988) a abordagem tradicional pressupõe uma análise projeto a projeto, cada um com sua própria requisição de capital. Ela não é capaz de levar em conta a interdependência entre diferentes projetos. Além disso, mesmo que as análises quantitativas tradicionais projetem demandas, preços e custos corretamente, e considerem diversas seqüências de investimento possíveis, elas falham por não conseguirem captar as possibilidades de aprendizado e as opções de ações futuras proporcionadas por estas seqüências. Estas possibilidades, nas palavras de Myers (1987), podem levar a empresa a aceitação de projetos com VPL pequeno, ou mesmo negativo, se sua implementação for indispensável para que a empresa tenha acesso a futuras oportunidades de negócio financeiramente vantajosas.

Essa é a realidade da 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.

Estas questões são abordadas por Brennan e Schwartz (1985a), Myers (1987) e Mason e Merton (1985), que definem este problema como de avaliação da *flexibilidade gerencial*. 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, etc - 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. Na opinião de Myers (1987), os métodos de precificação de opções são ferramentas promissoras, na análise de questões estratégicas, especialmente a da interdependência seqüencial entre projetos. Mason e Merton (1985) e Trigeorgis e Mason (1987) são mais taxativos, ao afirmar que a Teoria das Opções Reais é uma ferramenta adequada para lidar com o problema e resolvê-lo convenientemente.

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.

Myers (1987) resalta que considerar a oportunidade futura como um segundo estágio do investimento inicial, estimar os fluxos de caixa proporcionados por cada estágio, e descontá-los conjuntamente à taxa de desconto determinada não leva à resposta correta. O segundo estágio representa uma opção, pois a empresa não é obrigada a realizá-lo - só o fará se o primeiro estágio for concluído de forma a propiciar a realização de segundo e se este continuar atrativo, após o término do primeiro. Investir no primeiro estágio significa adquirir um ativo intangível: uma opção de compra sobre o segundo estágio, cujo valor pode superar um VPL negativo do investimento no primeiro. A técnica tradicional de VPL não avalia opções corretamente.

Isso acontece no setor agropecuário, pois quando adquire-se uma faixa de terra ou mesmo quando se prepara a mesma para o plantio é possível tomar uma decisão de não seguir adiante no projeto elaborado anteriormente. Mesmo que isso gere a perda parcial dos investimentos iniciais, pode ser melhor que as perdas futuras se o projeto for em frente.

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, que reconhece as oportunidades proporcionadas pelo mercado. Esta 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. Através da utilização inteligente de argumentações (que desqualificam a técnica de árvore de decisão e o VPL tradicional) apresentam e analisam ainda diversos tipos de flexibilidade, tais como: opção de adiar o investimento, de expandir o empreendimento, de contraí-lo, de suspender temporariamente sua operação, ou de abandoná-lo prematuramente, dentre outras. 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 desta 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 adia-lo parcialmente) não são fatores que necessariamente reduzem o valor de uma oportunidade de investimento. Os efeitos negativos destes 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) mostram 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 Teoria de Opções Reais e suas aplicações serão exploradas mais profundamente no próximo item.

4. Aplicação da Teoria de Opções Reais na Análise de Viabilidade Econômico-Financeira de Projetos de Investimento

A utilização de técnicas tradicionais, como as descritas anteriormente, para análise de investimentos tende a sub-avaliá-los, uma vez que não abordam aspectos como a incerteza, a irreversibilidade, *timing* e outros de maneira correta. Outra característica significativa é a flexibilidade gerencial inerente ao investimento, que também é desconsiderada pelos métodos tradicionais (DIXIT e PINDYCK, 1995; TRIGEORGIS, 1996).

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 avaliação de ativos (projetos de investimento), devido a sua característica dinâmica, que considera as flexibilidades gerenciais e operacionais ao longo da vida útil do projeto, podendo assim suprir este déficit referente à desconsideração de importantes aspectos ligados aos projetos de investimento.

Uma opção é um contrato que dá a seu titular o direito de comprar ou vender determinado ativo a um preço pré-especificado em ou até determinada data. O diferencial do contrato de opções financeiras é que ele dá ao comprador o direito, mas não a obrigação, de fazer algo. Assim, quem possui a opção a usará apenas se esta decisão lhe for vantajosa (ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2002).

Segundo os autores citados, as opções financeiras podem ser divididas essencialmente em dois grupos, opções de compra e opções de venda. Uma opção de compra ou *call option* (C) dá ao seu detentor o direito de comprar o ativo subjacente (uma ação, por exemplo) pagando o preço de exercício (X). Uma opção de venda ou *put option* (P) dá ao seu detentor o direito de vender o ativo subjacente para receber o preço de exercício (X). O direito de comprar ou vender é obtido pelo comprador da opção mediante o pagamento de um prêmio ao vendedor.

Uma opção de compra será exercida apenas se o preço do ativo (S) supera o preço de exercício (X), caso contrário, a opção não será exercida, apresentando valor nulo. As opções de venda, por sua vez, comportam-se de maneira oposta às opções de compra. Uma opção de venda será exercida quando o preço de exercício (X) supera o preço do ativo (S); caso contrário, não será exercida, apresentando valor nulo (COPELAND e ANTIKAROV, 2001). A lógica geral é a seguinte:

- Para uma opção de compra seu fluxo de caixa na data zero é o valor do prêmio e na data final será o máximo entre zero e a diferença entre os preços do ativo e de exercício ($S - X$). Se $S > X$ a opção será exercida, tendo fluxo de caixa diferente de zero no vencimento. Para ter ganho financeiro é necessário que o ativo esteja valendo mais que a soma entre o preço de exercício e o valor atualizado do prêmio pago. É um investimento sobre a expectativa de alta do preço do ativo.



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



- Para uma opção de venda seu fluxo de caixa na data zero é o valor do prêmio e na data final será o máximo entre zero e a diferença entre os preços de exercício e do ativo ($X - S$). Se $S < X$ a opção será exercida, tendo fluxo de caixa diferente de zero no vencimento. Para ter ganho financeiro é necessário que o ativo esteja valendo menos que a diferença entre o preço de exercício e o valor atualizado do prêmio pago. É um investimento sobre a expectativa de baixa do preço do ativo.

Segundo Figueiredo (2002) grande parte dos investimentos é similar a uma opção de compra (*call*) que dá para o possuidor o direito de fazer um investimento e receber um projeto.

Diversos autores como Kester (1984), Triantis e Hodder (1990), Park e Herath (2000) e Dias (2004) concordam sobre o fato de ter sido Stewart Myers, em 1977 o primeiro a comparar oportunidades de investimentos em ativos reais com opções de compra de ações, criando o termo opções reais.

Myers (1977) argumenta que uma parte significativa do valor de mercado de muitas empresas é contabilizada por ativos que ainda não existem, considerando, assim, o valor de futuras oportunidades de crescimento. Tais oportunidades foram denominadas opções reais por se referirem ao direito de se investir no futuro em ativos reais, em situações favoráveis, assemelhando-se, assim, a opções de compra.

Pode-se entender, então, uma opção real como a oportunidade de se adquirir um ativo real ou a flexibilidade que um gestor tem para tomar decisões a respeito de ativos reais no futuro (DIXIT e PINDYCK, 1995).

De uma perspectiva semelhante, análoga à de opções financeiras, e mais específica, 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 e ANTIKAROV, 2001, p.6).

O valor de uma opção é proporcional ao nível de incerteza correspondente. Nas palavras de Faulkner (1996) a abordagem do pensamento das opções traz uma visão dramaticamente nova da incerteza. Esta abordagem permite reconhecer a incerteza como uma característica positiva, ajudando a entender que quanto maior for a incerteza, maior a oportunidade para criação de valor. Assim, de acordo com Dixit e Pindyck (1995), a incerteza cria valor para o investimento. Segundo Trigeorgis (2005), a incerteza representa, portanto, um importante papel nas oportunidades de investimento, de maneira que – contrariamente aos métodos tradicionais de análise de investimento – o seu aumento pode beneficiar o valor da opção.

Isto porque segundo Hayes e Garvin (1982), na abordagem tradicional (VPL), um aumento da incerteza tende a aumentar a taxa de desconto, como forma de proteção, o que resulta em uma redução do valor do projeto. Por outro lado, na abordagem de opções reais, um aumento da incerteza possui um efeito contrário, na medida em que isto gera um aumento do potencial de ganhos mantendo a perda limitada ao valor investido na opção de empreender o investimento, o que implica no aumento do valor do projeto.

Em projetos agropecuários, a incerteza ocorre principalmente com relação a 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 desta natureza.

Para se obter o valor presente de uma opção, que é a informação fundamental a ser obtida, é necessário a modelagem do comportamento do preço do ativo ao longo do tempo. Uma importante característica desses modelos é a volatilidade do ativo, ou seja, desvio padrão de seus retornos (HULL, 1996).

Segundo Miller e Park (2002), as abordagens mais comumente utilizadas na literatura de opções reais para estimar a volatilidade são informações de um ativo gêmeo (*twin security*) e a Simulação de Monte Carlo (SMC). Para projetos em que um ativo gêmeo possa ser encontrado, a distribuição dos retornos históricos deste ativo pode ser usada em substituição à volatilidade do ativo real.

Dixit e Pindyck (1995) destacam que o reconhecimento de que uma oportunidade de investimento é semelhante a uma opção de compra financeira ajuda os gerentes a entender o papel fundamental da incerteza no *timing* das decisões de investimento de capital.

Segundo os autores acima citados, o momento ou tempo ideal para investir (*timing*) tem relação íntima com a irreversibilidade de um investimento. Despesas de investimento são irreversíveis quando elas são específicas para uma empresa ou uma indústria ou projeto, não podendo ser recuperados, sendo, portanto, custos irrecuperáveis (*sunk costs*). Contudo, mesmo aqueles ativos que não são específicos apresentam parte de seus custos perdidos, porque apesar da possibilidade da venda destes ativos, que podem ser utilizados em outros projetos da mesma empresa ou de outra, como equipamentos de escritório, microcomputadores e veículos, deve-se considerar que o mercado tende a pagar valores abaixo do desejado pelo vendedor, o que implica a existência de custos irreversíveis.

De acordo com Dixit e Pindyck (1995), a opção de adiar um investimento irreversível, considerada na análise de Opções Reais, poderá, portanto, alterar o valor presente do projeto. Portanto, a escolha do tempo ideal também é essencial para otimizar a decisão de investimento, considerando-se que uma boa gestão está muito mais ligada a tomar decisões no momento certo do que tomar as decisões corretas (COPELAND e TUFANO, 2004).

Isso acontece particularmente no setor agropecuário da seguinte maneira. Após a realização do plantio de determinada cultura, e, caso os preços apresentem uma queda significativa durante seu desenvolvimento vegetativo, o produtor pode destruir o plantio (se desejar liberar a área para outra exploração agropecuária). Os investimentos realizados até o momento nos tratamentos culturais da cultura a ser exterminada serão irreversíveis. Porém, investimentos realizados em máquinas para plantio/adubação poderão ser utilizados em outras culturas, ou seja, são parcialmente reversíveis.

A possibilidade de adiar um investimento é apenas uma entre outras existentes, como expandir, contrair, abandonar ou alterar entre modos de produção, que, quando incorporadas ao projeto, constituem no conjunto a flexibilidade gerencial. Miller e Park (2002) afirmam que o valor de uma opção no presente origina-se tanto das incertezas futuras do ambiente de investimento como da habilidade do tomador de decisão em observá-las como oportunidades.

Tais possibilidades de intervenções gerenciais, ou decisões ao longo da vida do projeto, que ocorrerão em função de mudanças nas condições de mercado, geram mais chances para a empresa obter maiores retornos ou menores perdas em um ambiente volátil



(YEO e QIU, 2003). Ignorar o valor desta flexibilidade pode levar os gerentes e analistas a cometerem sérios erros no orçamento de capital, como implementar projetos subótimos de ou rejeitar outros que poderiam criar valor para o investidor (FEINSTEIN e LANDER, 2002). Mais especificamente, o valor da flexibilidade em um projeto de investimento é basicamente um conjunto de opções reais, que podem ser apreçadas com as conhecidas técnicas de opções financeiras (KEMNA, 1993).

Dixit e Pindyck (1995), Trigeorgis (1996) e Copeland e Antikarov (2001) classificam as opções sobre ativos em cinco categorias mutuamente excludentes. A seguir estas cinco categorias são apresentadas numa perspectiva de agronegócio:

- Opção de abandonar – representa o direito de abandonar uma propriedade rural utilizada para um determinado plantio – 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. Neste caso, o projeto que pode ser liquidado vale mais do que o mesmo projeto sem a possibilidade de abandono (ou venda). Esta hipótese é bastante realista em projetos que os custos variáveis operacionais sejam maiores que as receitas operacionais (ou seja, possuem margem de contribuição negativa).
- Opção de adiar – a opção de adiar um investimento para explorar uma propriedade rural é uma opção americana para compra. Como a opção de adiar o investimento dá administração o direito, mas não a obrigação, de realizar o investimento para explorar a propriedade, um projeto que pode ser adiado tem mais valor do que o mesmo sem a flexibilidade do adiamento. Isto porque esta opção permite ao administrador beneficiar-se de movimentos favoráveis ao valor do projeto (como aumento de preços do produto a ser gerado), e evitar perdas caso cenários desfavoráveis ocorram. Se a decisão for investir agora, o investidor exerce a opção e incorrerá a um custo de oportunidade igual ao valor da opção. Por outro lado, a opção pode ser preservada até o ano seguinte, exercendo-a caso a taxa de atratividade do projeto aumente. Evidentemente, as firmas nem sempre têm essa possibilidade, principalmente em mercados com alto poder concorrencial. A firma deve sempre comparar o custo de adiar – o risco de entrada de novas firmas no mercado ou a perda de fluxos de caixa – com os benefícios de esperar informação nova para subsidiar a decisão de investir.
- Opção de expandir – a opção de expandir a escala de operação de um projeto é equivalente a uma opção americana de compra. Os valores do projeto e da opção de investir e a própria decisão de investir são afetados pela incerteza associada a variáveis relevantes, como o preço do produto, o custo dos insumos, a taxa de juros, a taxa de câmbio, a oferta de crédito e a regulação econômica. O produtor rural pode optar por acompanhar o comportamento dos preços e/ou taxas de juros, e posteriormente decidir sobre o investimento. Existindo uma expectativa de redução na taxa de juros e/ou elevação nos preços, aumentará o valor esperado do



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



projeto, e conseqüentemente o incentivo ao adiamento do investimento de expansão. Como a opção de expansão concede à administração o direito, mas não a obrigação, de fazer outros investimentos posteriores (para aumentar a produção), caso as condições do projeto se mostrem favoráveis, um projeto na qual existe a possibilidade de expansão terá um valor maior do que o mesmo sem essa flexibilidade.

- Opção de contrair – a opção de contrair a escala de operação de um projeto é equivalente a uma opção americana de venda. Alguns projetos podem ser planejados de maneira que a produção possa ser contraída no futuro. Por exemplo, o projeto pode ser dividido em etapas, e não de uma vez. O adiamento ou cancelamento de investimentos formulados no projeto inicial equivalem ao preço de exercício de opção de venda. Como a opção de contração concede à administração o direito de reduzir a escala operacional, desde que as condições se tornem desfavoráveis, um projeto que pode ser contraído vale mais do que o mesmo que não apresenta essa flexibilidade.
- Opção de mudar – esta é a classe mais genérica de opções sobre ativos. A opção de mudar as operações de um projeto é um portfólio que consiste tanto em opções de compra como de venda. Por exemplo, reiniciar as operações quando um projeto está interrompido equivale a uma opção americana de compra. Por outro lado, interromper as operações quando surgem condições desfavoráveis é equivalente a uma opção americana de venda. O custo de reiniciar (ou interromper) as operações pode ser considerado como o preço de exercício da opção de compra (ou venda). Uma decisão comum no agronegócio, com esta perspectiva, é a mudança do *mix* de produção, como, por exemplo, no caso das usinas processadoras de cana de açúcar, que decidem o *mix* entre açúcar e álcool. Um projeto em que as operações podem ser paralisadas ou ativadas dinamicamente vale mais do que o mesmo sem essa flexibilidade de mudança.

Segundo Macedo (2003), o que se faz é, trazer para dentro de uma análise financeira, considerando as questões anteriormente exploradas, as mudanças de planos por parte das empresas em virtude das alterações nas condições do mercado. Daí tem-se o conceito de VPL expandido, que é o valor de mercado de um determinado projeto, sendo o resultado do somatório entre o VPL estático (sem conter as opções) e o valor das opções que a empresa tem.

Porém, nem tudo é perfeito e alguns estudos apontam para problemas da TOR, dentre eles pode-se citar o aumento da dificuldade de tratamento dos dados e da complexidade da própria abordagem e dos métodos computacionais utilizados – em comparação ao método do VPL, por exemplo – quando as opções reais presentes nos projetos de investimento se tornam mais complexas. Outro problema é a dificuldade de se encontrar uma boa estimativa para a incerteza relativa a alguns projetos (KEMNA, 1993).

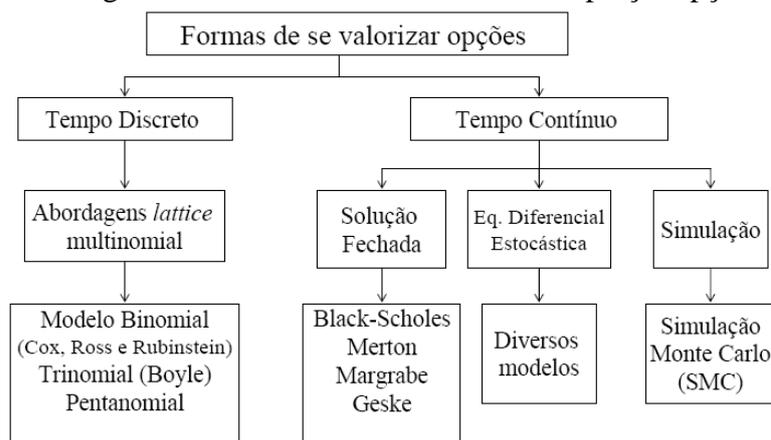
5. Opções Reais e Projetos Agropecuários: um exemplo ilustrativo

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 consideram tempo discreto, enquanto

equações de “solução fechada” (*closed-form*), equações diferenciais estocásticas e simulação de Monte Carlo são abordagens que avaliam em tempo contínuo (MILLER e PARK, 2002).

A Figura 01, a seguir, mostra um esquema de representação destes métodos de avaliação.

Figura 01 – Diferentes maneiras de se apreçar opções.



Fonte: Adaptado de Miller e Park (2002).

Os métodos binomial, de Black-Scholes e a Simulação de Monte Carlo são os mais comumente encontrados nas aplicações de opções reais. Para o desenvolvimento do exemplo ilustrativo deste trabalho aplicar-se-á o Modelo Binomial, por ser o mesmo mais prático e de mais fácil aplicação e compreensão.

A abordagem binomial utilizada foi desenvolvida por Cox, Ross e Rubinstein (1979). Os autores utilizam o modelo binomial para definir uma fórmula para apreçamento de opções, a qual permite a valoração tanto de opções européias quanto americanas. Apesar de ter sido concebido para valorizar opções financeiras, este modelo é útil para modelar e apreçar opções reais.

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

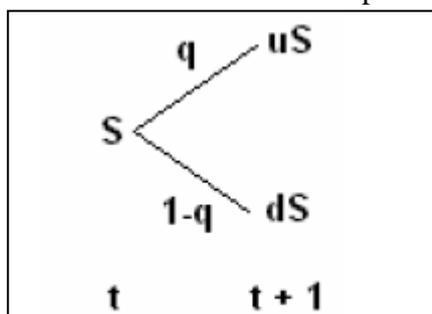
- preço de exercício (X);
- preço do ativo subjacente (S);
- a média dos movimentos de subida (u) e de descida (d) no preço do ativo subjacente; e
- a taxa de juros ($r = 1 + r_f$), sendo r_f a taxa livre de risco.

O modelo binomial, proposto pelos autores, assume que a taxa de juros livre de risco é constante, que pode-se emprestar ou tomar emprestado a esta mesma taxa livre de risco e que o preço do ativo segue um processo multiplicativo binomial em períodos discretos. Assim, para cada período, o ativo pode assumir somente dois valores distintos no tempo. Estes movimentos são descritos como ascendentes e descendentes pelo fato de representarem um valor maior e outro menor que o anterior.

Supondo que o preço do ativo no tempo t seja S ; no tempo $t+1$, ela valerá uS com probabilidade p ou dS com probabilidade $(1-p)$. Os valores de u e d representam as taxas de

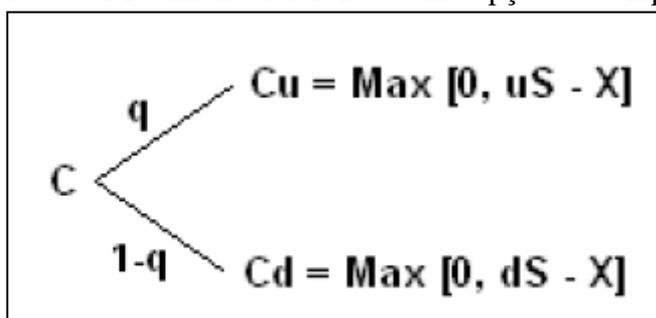
retorno se o ativo move para cima ou para baixo respectivamente. A Figura 02 a seguir representa de forma esquemática os movimentos supra definidos:

Figura 02 – Possíveis movimentos de um ativo pelo modelo binomial multiplicativo.



Para valorar uma opção de compra, C , sobre este 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 $C_d = \text{Max} [dS - X, 0]$:

Figura 03 – Movimento referente a uma opção de compra de um período.



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 .

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

equação 01

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

equações 02 e 03

onde:

$r = 1 +$ taxa livre de risco.

Estas mesmas fórmulas podem ser aplicadas ao preço do ativo-objeto (S), para determinar seu valor hoje em função das possibilidades de aumento e quedas futuras.

A avaliação de uma opção de compra pelo método binomial, quando existe mais de um período, é uma extensão direta da fórmula para um período. Assim, este 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 da ação (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 estes autores são:

$$u = e^{+\sigma \sqrt{t/n}} \quad \text{equação 04}$$

$$d = e^{-\sigma \sqrt{t/n}} \quad \text{equação 05}$$

De posse do modelo matemático binomial para avaliar opções reais pode-se aplicá-lo ao exemplo ilustrativo proposto a seguir. O objetivo é ilustrar o que foi dito até agora e mostrar como pode-se relacionar a abordagem de Opções Reais com o ambiente do agronegócio. O interesse na apresentação deste exemplo é tão somente ilustrar o quanto a abordagem de Opções Reais é uma melhor ferramenta para avaliar, financeiramente falando, projetos agropecuários.

Digamos que uma empresa agropecuária tenha um projeto e que está considerando a possibilidade de não colocá-lo em operação hoje, por conta de dúvidas a respeito do comportamento futuro de sua principal matéria-prima, uma *commodity* agrícola. Será que esta flexibilidade, de adiar o projeto (o investimento) tem algum valor? Para responder a esta pergunta vamos ao exemplo numérico a seguir.

Digamos que este projeto tenha seus valores guiados pelos preços de uma determinada *commodity* (café, boi gordo, soja, milho etc), isto quer dizer que, o fluxo do projeto tem correlação positiva forte com os preços desta *commodity*. Esta é a principal matéria-prima deste projeto. Com isso, pode-se dizer, então, que a volatilidade (variabilidade dos fluxos ao longo do tempo) deste projeto é parecida com a volatilidade dos preços da *commodity* em referência. Para simplificar vamos considerar que a única incerteza existente é o valor dos fluxos no futuro. Desta maneira, estaremos eliminando por simplificação, as incertezas com relação aos investimentos iniciais, à demanda pelo produto e outros fatores que certamente influenciariam o valor do projeto. Apesar de nossa simplificação grosseira da realidade, não há invalidação de nosso exemplo, que busca tão somente mostrar aplicabilidade dos conceitos apresentados anteriormente.

Vamos admitir que as oscilações de preço do ativo-objeto (produto do projeto ou por equivalência a *commodity*) respeitam uma distribuição binomial, num curto período de tempo



(Δt). Isto significa dizer que partindo de um preço S , na data atual (t), o ativo-objeto poderá ter um preço S_u ou S_d no futuro ($t+1$), sendo $u > 1 > d$. Isto significa que a mudança para S_u representa um movimento ascendente do preço, que tem probabilidade (p), e a mudança para S_d um movimento descendente, com probabilidade ($1 - p$). Em cada intervalo de tempo (Δt) será calculado um novo valor esperado para o preço do ativo objeto como sendo o valor presente (trazido em relação a uma taxa livre de risco) da média ponderada dos preços futuros S_u e S_d em relação às suas respectivas probabilidades de ocorrência. (como mostrada para o valor da opção de compra na equação 01).

Para fins de nosso exemplo, faremos $\Delta t = 1$, taxa livre de risco (r) igual a 12 % ao período e a volatilidade anual (σ) da *commodity* usada como referência de 35 %. Sendo assim, pelas equações 04 e 05, $u = 1,4191$ e $d = 0,7047$. Então, $p = 0,5813$ e $1 - p = 0,4187$, pelo uso das equações 02 e 03. O preço atual da *commodity* é de \$ 100,00 e pelos valores anteriores pode assumir $S_u = \$ 141,91$ e $S_d = \$ 70,47$. O valor atual do projeto é de \$ 1.0000,00 (valor presente dos fluxos de caixa futuros), mas o mesmo necessita de um investimento inicial de \$ 800,00. Isto gera um VPL de \$ 200,00. Este é o que denominamos de $VPL_{\text{estático}}$. Além disso, pode-se dizer que os valores S_u e S_d para o projeto são respectivamente \$ 1.419,10 e \$ 704,70.

A opção de adiar um investimento é correspondente a uma opção de compra, onde o titular tem o direito de comprar (investir) o ativo-objeto no futuro a um preço pré-determinado (preço de exercício que será considerado como sendo o valor futuro (VF), considerando a taxa livre de risco, da necessidade de investimento inicial). Sendo assim o preço de exercício da opção será de \$896,00 [$800 \times (1 + 0,12)$].

Pela teoria de opções no momento $t+1$, o $VPL_{\text{expandido}}$, caso o valor presente dos fluxos seja igual a \$ 1.419,10, é igual ao máximo entre a diferença ($S_u - VF_{\text{InvestimentoInicial}}$) e zero. Isto quer dizer que neste caso o $VPL_{u_{\text{expandido}}}$ é igual a \$ 523,10 ($1.419,10 - 896,00$).

No caso do valor presente dos fluxos de caixa do projeto serem iguais a \$ 704,70 tem-se o máximo entre a diferença ($S_d - VF_{\text{InvestimentoInicial}}$) e zero. Nesta situação o $VPL_{d_{\text{expandido}}}$ é igual zero (já que $704,70 - 896,00 < 0$).

Para sabermos o valor do $VPL_{\text{expandido}}$ na data t , tem-se que calcular o valor presente (trazido em relação a uma taxa livre de risco) da média ponderada dos preços futuros $VPL_{u_{\text{expandido}}}$ e $VPL_{d_{\text{expandido}}}$ em relação às suas respectivas probabilidades de ocorrência (equação 01). Assim sendo, o $VPL_{\text{expandido}}$ na data t é igual a \$ 271,50.

O valor da flexibilidade gerada pela possibilidade de adiar o projeto é dada pela diferença entre os VPL's expandido e estático, ou seja, \$ 71,50. Isto é válido visto que o $VPL_{\text{expandido}}$ é dado pelo somatório do $VPL_{\text{estático}}$ com o valor da Opção Real.

Temos, então, este último valor como sendo a valoração da flexibilidade gerencial trazida pelo fato da empresa gerenciar o início da implementação desta projeto. Com isso, pôde-se perceber que o $VPL_{\text{estático}}$ subavaliou o projeto, pois desconsiderou o valor de opções reais existentes por conta de decisões que poderiam ser tomadas em função da flexibilidade do gerenciamento do início das operações do projeto. Para finalizar vale salientar que este procedimento poderia se dar em qualquer situação em que a empresa pudesse verificar a possibilidade de decisões futuras (flexibilidade gerencial), mas cabe ressaltar que esta é uma característica natural de projetos onde existam incertezas futuras muita explícitas, como é o caso do agronegócio.



6. Considerações Finais

Por conta da globalização e das rápidas alterações que implicam numa acirrada competitividade empresarial, a gestão de investimentos tem se tornado uma importante componente da vantagem competitiva, estando, ou devendo estar assim, no foco de muitas organizações. Logo, a análise sobre oportunidades de investimentos deve considerar que cada decisão de investimento efetivada no presente tem a capacidade de modificar o conjunto de oportunidades disponíveis no futuro. Desta maneira, o primeiro passo na reorientação do pensamento estratégico é identificar as opções reais que existem nas decisões de investimento. Em outras palavras, deve-se ter um novo entendimento sobre fatores-chave, tais como a irreversibilidade, a incerteza, o *timing*, a flexibilidade, o risco e a volatilidade, que trará para as empresas motivos para uma maior ênfase a seus processos e abordagens sobre análise de investimento.

Assim sendo, considerar uma oportunidade de investimento como uma sucessão de opções de crescimento pode representar uma melhor maneira de verificar a viabilidade econômico-financeira de projetos que a análise tradicional de investimentos. Isso porque, ao se fazer a avaliação, o questionamento mais apropriado não é qual retorno será obtido deste investimento, mas que opções de crescimento serão criadas por cada investimento sucessivo e qual estratégia de crescimento irá criar o maior valor para a empresa.

Esta mudança de paradigma, no que tange aos questionamentos próprios da análise de viabilidade econômico-financeira, é devido ao fato de que o valor de um projeto não se origina tanto de seu fluxo de caixa direto (atribuído ao mesmo), mas de futuras oportunidades de crescimento que ele poderá criar. Assim, a oportunidade de investimento poderá valer mais que o VPL do projeto.

Neste sentido, surge como alternativa de metodologia de análise a Teoria de Opções Reais (TOR). Esta consegue integrar o orçamento de capital e o planejamento estratégico, na busca pelo objetivo de maximizar o valor do empreendimento. A TOR representa uma estrutura de decisão mais adequada e mais completa, que auxilia no reconhecimento das opções reais implícitas e explícitas relativas ao investimento a ser feito, realçando o valor do projeto.

Esta abordagem deve ser vista como uma ferramenta de suporte à decisão a ser usada conjuntamente com as outras já tradicionalmente utilizadas. O ideal é construí-la sobre a análise de VPL baseada em desconto de fluxo de caixa que as empresas já utilizam, ao invés de abandonar esta metodologia. O apreçamento de opções deve, portanto, ser entendido como um complemento às abordagens existentes de orçamentação de capital, e não um substituto para estas.

Cabe ressaltar que a TOR ainda está em fase relativamente inicial, devendo se expandir e ser desenvolvida além de suas bases iniciais – que se fundamentam no apreçamento de opções financeiras – e se desenvolver mesclando-se com outras abordagens, a fim de se tornar uma estrutura única e própria para guiar tomadas de decisão em um mundo de incertezas, como é o caso dos projetos agropecuários.

Nos últimos anos, as opções reais têm encontrado ampla aceitação onde há alta volatilidade e incerteza, como no agronegócio. O desafio atual, entretanto, é descobrir como institucionalizar o processo de reconhecer, avaliar e exercer as opções presentes em futuros projetos de investimentos, especialmente em mercados com elevada incerteza, mas com grandes promessas de bons resultados a curto e longo prazo.



Através do exemplo ilustrativo pôde-se perceber que em situações nas quais a questão da incerteza seja relevante, como é o caso de projetos agropecuários, é possível quantificar as flexibilidades gerenciais existentes em função da possibilidade de decisões de adiar a implementação de um projeto. Isso foi feito pela utilização da Teoria de Opções Reais (TOR).

Com o uso da TOR pôde perceber que, no exemplo, a metodologia tradicional subestimou a riqueza gerada pelo projeto, pois ignorou o valor econômico da opção de adiar o início do empreendimento.

Cabe destacar, para finalizar, 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.

Por fim, ressalta-se que este trabalho se mostra como o início de uma linha de pesquisa que irá aprofundar os estudos da TOR, através de aplicações em casos reais, com a finalidade de explorar as vantagens da metodologia na análise de viabilidade econômico-financeira de projetos agropecuários.

7. Referências Bibliográficas

- AMRAM, M.; KULATILAKA, N. Disciplined Decisions: Aligning Strategy with the Financial Markets. **Harvard Business Review**, v. 77, n. 1, p. 95-105, 1999.
- AMRAM, M.; KULATILAKA, N. Strategy and Shareholder Value creation: The Real Option Frontier. **Journal of Applied Corporate Finance**, v. 13, n. 2, Summer, p. 8-21. 2000.
- BREALEY, R. A.; MYERS, S. C. **Principles of Corporate Finance**. 5. ed. EUA: McGraw Hill, 1996.
- BRENNAN, M. J.; SCHWARTZ, E. S. Evaluating Natural Resource Investments. **Journal of Business**. v. 58, n. 2, p. 135-157, 1985a.
- BRENNAN, M. J.; SCHWARTZ, E. S. A New Approach to Evaluating Natural Resource Investments. **Midland Corporate Finance Journal**. v. 3, n. 1, p. 37-47, 1985b.
- COPELAND, Thomas C.; WESTON, J. Fred. **Financial Theory and Corporate Policy**. 3. Ed. EUA: Addison-Wesley, 1988.
- COPELAND, T. E.; ANTIKAROV, V. **Opções reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- COPELAND, T. E., TUFANO, P. A Real-World Way to Manage Real Options. **Harvard Business Review**, v. 82, n. 3, p. 90-99, 2004.
- COX, J.; ROSS, S.; RUBINSTEIN, M. Option Pricing: a simplified approach. **Journal of Financial Economics**, v. 7, p. 229-264, 1979.
- DIAS, M. A. G. Valuation of exploration and production assets: an overview of real options models. **Journal of Petroleum Science & Engineering**, v. 44, n. 1-2, p. 93-114, 2004.
- DIXIT, A. K.; PINDYCK, R. S. **Investment under uncertainty**. New Jersey: Princeton University Press, 1995.



- FAULKNER, T. W. Applying 'Options Thinking' To R&D Valuation. **Research Technology Management**, v. 39, n. 3, p. 50-56, 1996.
- FIGUEIREDO, A. C. **Introdução aos derivativos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2002.
- FEINSTEIN, S. P.; LANDER, D. M. A better Understanding of why NPV undervalues Managerial Flexibility. **The Engineering Economist**, v. 47, n. 4, p. 418-435, 2002.
- HAYES, R. H.; GARVIN, D. A. Managing as if tomorrow mattered. **Harvard Business Review**, v. 60, n. 3, p. 70-79, 1982.
- HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK; K. B. **Dinamic Manufacturing: Creating The Learning Organization**. New York: The Free Press, 1988.
- HULL, J. **Introdução aos Mercados Futuros e de Opções, Bolsa de Mercadorias e Futuros**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros / Cultura, 1996.
- KEMNA, A. G. Z. Case Studies on Real Options. **Financial Management**, v. 22, n. 3, p.259-70, 1993.
- KESTER, W. C. Today's Options for Tomorrow's Growth. **Harvard Business Review**, vol. 62, n. 2, 1984.
- LEMES JUNIOR, A. B. L.; RIGO, C. M.; CHEROBIM, A. P. M. S. **Administração Financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras**. Rio de Janeiro: Campus, 2005.
- MACEDO, M. A. S. Estudo da viabilidade econômico-financeira de projetos que utilizam gerenciamento de restrições. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 6, 2003, São Paulo. **Anais do VI SIMPOI**. São Paulo: FGVSP, 2003. 1 CD.
- 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.
- MYERS, S. C. Determinants of Corporate Borrowing. **Journal of Financial Economics**, v. 5, p. 147-175, 1977.
- 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
- ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. E. **Administração Financeira**. 2 Ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- TRIANTS, A. J.; HODDER, J. E. Valuing Flexibility as a Complex Option. **Journal of Finance**, v. 45, n. 2, p. 549-65, 1990.
- TRIGEORGIS, L. Making use of Real Options Simple: an overview and applications in flexible/modular decision making. **The Engineering Economist**, v. 50, n. 1, p. 25-53, 2005.
- TRIGEORGIS, L. **Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation**. Cambridge: The MIT Press, 1996.



- TRIGEORGIS, L., MASON, S. P. Valuing Managerial Flexibility. **Midland Corporate Finance Journal**. v. 5, n. 1, p. 14-21, 1987.
- YEO, K. T.; QIU, F. The value of management flexibility – a real option approach to investment evaluation. **International Journal of Project Management**, v. 21, p. 243-250. 2003.