

1 Introdução

A aplicação da Teoria das Opções Reais (TOR) à gestão financeira e de produção das empresas e de projetos tem sido apontada nos meios acadêmico e empresariais como importante ferramenta no processo decisorial dos gestores, eliminando ou reduzindo os impactos negativos de eventuais subjetividades não captadas pelos métodos tradicionais de avaliação, como o do VPL com abordagem estática.

Ressalta-se que os métodos tradicionais não capturam as flexibilidades e as incertezas intrínsecas a diferentes planos de investimentos, haja vista a passividade destes métodos frente a acontecimentos futuros. Estes métodos, geralmente, partem de modelos determinísticos – modelos estáticos – caracterizados pela aplicação direta de valores ou de fórmulas tipo “receita de bolo”. Nestes modelos, a saída é calculada a partir das condições iniciais e dos operadores de entrada.

A avaliação determinística predominou durante muitos anos em várias ciências, como a física, a biologia, a engenharia, a matemática e a economia. Contudo, desde o início do século XX, muitos cientistas começaram a aprofundar os seus estudos com avaliações estocásticas¹, ou seja, avaliações que consideram a existência de caminhos aleatórios e suas distribuições de probabilidades, como forma de caracterizar os fatores de incerteza intrínsecos a diversos tipos de fenômenos naturais. Neste sentido, destacam-se trabalhos em física quântica, em engenharia e nas ciências exatas. Mais recentemente, a economia e as finanças incorporaram essa abordagem, dando origem à chamada Teoria das Opções Reais (TOR), que será objeto de aplicação nesta dissertação.

Na abordagem estocástica, há um tratamento específico para as distribuições probabilísticas, as quais denotam o componente aleatório de muitos fenômenos.

¹ A avaliação estocástica, conceitualmente, baseia-se na premissa de que, independente do fenômeno, objeto de mensuração, sempre haverá algum grau de incerteza subjacente a este.

Conforme Haykin (2004), em modelos estocásticos lineares, a relação entre os valores passados e os valores presentes dá-se através da seguinte relação genérica:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Combinação linear} \\ \text{dos valores passados} \\ \text{e presentes da entrada} \\ \text{do modelo} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Valores presentes da} \\ \text{saída do modelo} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{Combinação linear} \\ \text{dos valores passados} \\ \text{da saída do modelo} \end{array} \right\}$$

Dentre os processos estocásticos que serão definidos e aplicados nesta dissertação (Capítulo 3), destaca-se o do Movimento de Reversão à Média (MRM²). Conforme a literatura especializada aponta, o MRM é muito utilizado na modelagem de *commodities*, tais como a celulose, objeto deste estudo, o qual será validado por meio da análise de regressão dos logaritmos naturais da série histórica dos preços deflacionados da celulose de fibra curta, e procedendo-se ao uso do Teste de Dickey-Fuller aumentado (Capítulo 4), Também muito importante nos estudos relacionados a esta dissertação e nas finanças é o Movimento Geométrico Browniano (MGB), e os processos estocásticos de Markov, de Wiener e de Itô. Dessa forma, serão apresentados neste trabalho, pois contêm importantes pressupostos teóricos necessários ao entendimento do assunto.

Ressalta-se que a análise por Opções Reais, a qual apresenta diversos ferramentais, é muito influenciada pela escolha adequada do processo estocástico que define os fatores de risco. Muitas vezes, na operacionalização desta análise, recorre-se aos métodos numéricos³, incluindo a simulação para a incorporação das diferentes incertezas, propiciando, assim, um caráter dinâmico a esta análise. Projetos industriais, como este, são concebidos em ambientes de grandes incertezas técnica e econômica.

A TOR busca incorporar algumas características comuns aos projetos de investimento, tais como: irreversibilidade, controle do tempo de exercício de uma opção (flexibilidade gerencial) e a combinação das incertezas dos projetos. Portanto, na análise dinâmica de um investimento, associada ao seu exercício ou

² Este processo possui comportamento de reversão em direção à média de longo prazo. Assim, no longo prazo, o preço, verificado a qualquer instante, converge a uma média que se encontra no ponto de equilíbrio do mercado.

³ Métodos sem soluções analíticas.

não, este deve ser realizado apenas se o conjunto de todas as condições envolvidas se desenhar como propício ao investidor. Esta afirmação, apesar de óbvia, apresenta, do ponto de vista matemático, um desenvolvimento bem mais complexo.

Didaticamente, define-se uma Opção Real como uma “flexibilidade” que confere “um valor adicional” a determinado empreendimento. Muitas vezes, a maiores volatilidades dos ativos correspondem maiores valores das flexibilidades.

Na abordagem da TOR, o VPL apresenta caráter dinâmico, haja vista que as Opções Reais explicitam a incerteza e consideram a ação ótima (de exercício ou não destas opções) em cada cenário. Já os modelos tradicionais de avaliação possuem um caráter estático, como o do fluxo de caixa descontado, no qual as avaliações são realizadas considerando apenas o valor esperado. Estes conceitos são tratados, com maior detalhamento, no Capítulo 3 da dissertação.

1.1. Posicionamento acadêmico da dissertação

Esta dissertação situa-se na linha de pesquisa de Análise de Investimentos sob condições de incerteza, considerando o arcabouço teórico dos processos estocásticos e da TOR para modelagem das incertezas.

1.2. Estrutura da dissertação

Na dissertação são consideradas opções europeias sequenciais de compra, de acordo com o proposto no Capítulo 4. Para as análises destas opções, são realizadas simulações de preços, objetivando capturar as principais tendências das oscilações. As simulações deste trabalho subdividem-se em dois tipos diferentes de Processos: a) Neutro ao Risco; e b) Real – os quais, posteriormente, serão definidos. Através do Processo Neutro ao Risco, calculam-se VPL dinâmicos, valoram-se as Opções e determinam-se Árvores Binomiais com MRM; e, do Processo Real, constroem-se as Regiões de Gatilho.

Nos Anexos 7.3.2 e 7.3.3 estão detalhadas as simulações estocásticas desta dissertação, realizadas através do software computacional *@Risk*. A presente dissertação estrutura-se da seguinte forma:

- Capítulo 1 – Engloba a contextualização sobre a abordagem estocástica nas ciências em geral, e a apresentação de conceitos introdutórios de processos estocásticos e de Opções Reais. Além disso, explicita os seguintes tópicos da dissertação: posicionamento acadêmico, estrutura, relevância do estudo, aspectos metodológicos, definição do problema e dos objetivos.
- Capítulo 2 – Disserta sobre os aspectos básicos da cadeia produtiva do setor de celulose e papel, realizando a caracterização setorial das etapas florestal e industrial, e posicionando, nos cenários nacional e internacional, a empresa Fibria Celulose S/A, maior produtora mundial de celulose branqueada de fibra curta de eucalipto.
- Capítulo 3 – Realiza-se, neste capítulo, o embasamento teórico dos conceitos de processos estocásticos e de Opções Reais (revisão da literatura) através de um levantamento bibliográfico sobre o estado da arte no assunto, através da revisão bibliográfica de livros, sites, teses e dissertações e artigos científicos sobre assuntos diretamente relacionados aos objetivos da dissertação.
- Capítulo 4 – Abrange a descrição das premissas, dos procedimentos metodológicos e dos ferramentais da revisão de literatura aplicados no desenvolvimento do estudo de caso. No item 4.9 deste capítulo, consolidam-se os aspectos gerais deste estudo, bem como os seus resultados são apresentados e interpretados.
- Capítulo 5 – Apresenta-se uma breve discussão acerca da TOR e dos resultados mais relevantes do estudo de caso, à luz do referencial teórico e das limitações apontadas. A partir desta discussão, chega-se à conclusão deste trabalho. Por fim, neste capítulo, fornecem-se recomendações para futuras pesquisas nesta temática, considerando o estudo de caso e os resultados obtidos.
- Capítulo 6 – Registram-se as referências bibliográficas, voltadas, especialmente, para a revisão da literatura.
- Capítulo 7 – Contém os Anexos, responsáveis por complementar e/ou aprofundar as seguintes informações da dissertação: a) definições adicionais sobre a etapa industrial da celulose; b) tabela com os dados da

série histórica de preços para o período 2003 – 2013; e c) os resultados de todas as simulações realizadas no software *@Risk* para esta dissertação.

- Em relação à questão setorial e demais subdivisões, o estudo de caso apresentado nesta dissertação delimita-se da seguinte forma:
 - SETOR: Papel e celulose.
 - SEGMENTO: Celulose de fibra curta de mercado.
 - EMPRESA: Fibria S/A (maior *player* mundial em celulose de mercado).
 - TEMPO: Os dados da pesquisa abrangem o período 2003 – 2013.

1.3.

Relevância do estudo

A relevância desta dissertação fundamenta-se em dois aspectos centrais e igualmente importantes:

- O destaque no cenário mundial das empresas brasileiras de celulose e papel, considerando, sobretudo, que neste setor o Brasil tornou-se um dos principais *players* internacionais;
- Dada a importância do setor para a economia nacional, são importantes os estudos acadêmicos que auxiliem na compreensão dos processos decisórios de investimento de capital no setor, principalmente a aplicação dos métodos e abordagens que permitam capturar as flexibilidades inerentes a esses investimentos, e incorporem e modelem de modo mais realista e eficiente os fatores de risco;
- A importância de se estudar métodos de análise de investimentos de capital em um setor composto por 220 empresas com atividades em 540 municípios localizados em 18 estados, gerando 128 mil empregos diretos e 640 mil empregos indiretos e, que, em 2013, totalizou exportações de US\$ 6,7 bilhões, com saldo de US\$ 4,7 bilhões na balança comercial do país.

1.4. Aspectos metodológicos

Esta dissertação, no que tange aos seus aspectos metodológicos, baseia-se em: levantamento bibliográfico, modelagem dos dados da série histórica para validação do processo estocástico apropriado, cálculo dos parâmetros representativos do processo estocástico, aplicação correta das equações estocásticas, definição dos *inputs*, realização das simulações no *@Risk*, análise dos *outputs* e dos gráficos e diagramas gerados, confrontação de informações e apresentação de conclusões de caráter generalista através do estudo de caso proposto. O aprofundamento dos Aspectos Metodológicos e dos procedimentos do estudo de caso encontra-se no Capítulo 4 da dissertação.

1.5. Definição do problema e dos objetivos

A definição do problema investigado, primeiramente, perpassa pelo entendimento da hipótese norteadora⁴ da pesquisa e possui relação intrínseca com os seus objetivos.

Essa hipótese baseia-se na suposição de estacionariedade da série de preços estudada. Assim, no estudo de caso, verifica-se que a série segue um caminho auto-regressivo (caminho no qual os valores de períodos passados podem ser usados como estimadores para os valores futuros). O fato de a correlação calculada ser praticamente nula, ajuda a corroborar o enunciado da hipótese norteadora, mas não é suficiente para garanti-la, como será verificado no Capítulo 4 deste trabalho. Contudo, esta hipótese só é plenamente aceita quando se realizam os testes de estacionariedade para verificar a aderência a um processo de MRM.

Nas pesquisas em geral, os objetivos dividem-se em: intermediários e finais. Os objetivos finais só são respondidos quando, preliminarmente, os intermediários são identificados e analisados para posterior obtenção destas respostas.

⁴ É uma afirmação, de natureza empírica e bastante provável, que exprime um considerável potencial de solução para um problema pré-estabelecido.

1.5.1. Problema investigado

Nesta dissertação, investiga-se a aderência do MRM às séries de preços da *commodity* celulose, bem como a aplicabilidade para os investimentos neste setor dos ferramentais da TOR. Tudo isso será aplicado a um estudo de caso, que é especificado e detalhado no Capítulo 4.

Em relação à aplicabilidade dos ferramentais da TOR, busca-se uma resposta para as seguintes questões centrais:

- Como as flexibilidades podem ser capturadas?
- A metodologia de Opções Reais aplica-se ao setor de papel e celulose para um modelo de gerenciamento de curto prazo com um processo estocástico de MRM?

1.5.2. Objetivos intermediários

Os objetivos intermediários são os seguintes, considerando a aderência do MRM aos investimentos de papel e celulose:

- Determinação dos VPLs dinâmicos e os valores das opções reais européias sequenciais para a Simulação de Monte Carlo (SMC) com Processo Neutro ao Risco, focando na captura das flexibilidades e incertezas para a tomada de decisões gerenciais financeiras e de produção;
- Construção e análise da Árvore Binomial com Processo Neutro ao Risco;
- Construção e análise das Regiões de Gatilho para preços e lucros marginais, em um Processo Real, para a tomada de decisões gerenciais financeiras e de produção;
- Comparação das Regiões de Gatilho com as determinadas pelas Árvores Binomiais.

1.5.3. Objetivo final

O objetivo final da dissertação é a verificação da aplicabilidade da TOR em investimentos de papel e celulose, com MRM nos fatores de risco, dado um modelo de gerenciamento de curto prazo (12 meses), e considerando um estudo de caso da empresa Fibria Celulose S/A. Ressalta-se que a correta interpretação dos objetivos intermediários conduz ao entendimento do objetivo final, cuja resposta é a solução do problema investigado. Ao final, também são analisadas outras possibilidades de aplicações em Opções Reais para este setor.