

O Uso da Teoria de Opções Reais (TOR) na Avaliação de Projetos: Um Estudo de Caso do Biodiesel no Brasil

Ernesto Fernando Rodrigues Vicente

Ricardo Lima Pereira Junior

Resumo:

O artigo trata da análise do retorno dos investimentos, comparando-se os resultados obtidos pelo uso dos modelos tradicionais - VPL (valor presente líquido) e TIR (taxa interna de retorno)- ponto de partida para a análise inicial da viabilidade dos projetos. A pesquisa, estruturada como um estudo de caso, aborda a questão da viabilidade financeira de uma proposta de investimento na produção de Biodiesel no Brasil, utilizando a TOR, realçando o uso desta ferramenta, amplamente utilizada no mercado financeiro como Teoria de Opções, na avaliação de projetos de ativos reais. Como o objetivo da empresa é a geração de valor mediante o investimento em ativos reais, esta ferramenta está se tornando uma alternativa às formas convencionais de avaliação.

Palavras-chave:

Área temática: *Controladoria*

O Uso da Teoria de Opções Reais (TOR) na Avaliação de Projetos: Um Estudo de Caso do Biodiesel no Brasil

Ernesto Fernando Rodrigues Vicente ernest@usp.br
Ricardo Lima Pereira Junior ricklimap@yahoo.com.br

Resumo

O artigo trata da análise do retorno dos investimentos, comparando-se os resultados obtidos pelo uso dos modelos tradicionais - VPL (valor presente líquido) e TIR (taxa interna de retorno)- ponto de partida para a análise inicial da viabilidade dos projetos. A pesquisa, estruturada como um estudo de caso, aborda a questão da viabilidade financeira de uma proposta de investimento na produção de Biodiesel no Brasil, utilizando a TOR, realçando o uso desta ferramenta, amplamente utilizada no mercado financeiro como Teoria de Opções, na avaliação de projetos de ativos reais. Como o objetivo da empresa é a geração de valor mediante o investimento em ativos reais, esta ferramenta está se tornando uma alternativa às formas convencionais de avaliação.

Área Temática: Controladoria.

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa aborda a avaliação da viabilidade econômico-financeira de uma proposta de investimento na produção de Biodiesel no Brasil, utilizando a TOR - amplamente utilizada no mercado financeiro como Teoria de Opções - na avaliação de projetos de ativos reais.

O objetivo da empresa é gerar valor mediante o investimento em ativos reais e o uso desta ferramenta está se tornando uma alternativa às formas convencionais de avaliação. Desta forma, o uso da TOR poderá ser efetivamente utilizada não apenas no mercado financeiro, mas também no apoio às decisões de investimentos.

2 AMBIENTAÇÃO

A pesquisa foi realizada em 2004, ano marcado pela invasão do Iraque pelos Estados Unidos. O conflito ocorreu mesmo com a ONU (Organização das Nações Unidas) posicionando-se contra a invasão. É conceito dominante na opinião pública o fato de que o conflito ocorreu pela posse das reservas de petróleo do Iraque. As reservas de petróleo têm papel fundamental na regulação das economias mundiais, pois representam energia e energia significa poder. Com esse evento, o ano de 2004 ficou marcado por altas de preço do barril de petróleo, fato este que impactou em todas as economias do mundo, pois há uma grande dependência das principais economias quanto à energia proveniente do petróleo.

Com o desenvolvimento do Biodiesel, que é de fonte totalmente renovável, o Brasil deu mais um passo rumo à sua emancipação energética. Avaliar corretamente os projetos do Biodiesel é portanto um fato extremamente relevante para a economia nacional.

3 JUSTIFICATIVA

A justificativa para o desenvolvimento da pesquisa, pela ótica das opções reais, baseia-se no fato de que o Biodiesel no Brasil, apesar de estar sendo sistematicamente pesquisado e testado, por ser um produto novo no mercado, apresenta varias incertezas, tais como de legislação, de custos, de capacidade de absorção pelo mercado. Quando se pensa em tomada

de decisão de investimento numa planta de produção, há de se conhecer o comportamento das variáveis consideradas no processo. Segundo Dixit e Pindyck (1994), os principais esteios de uma análise de investimento sob incerteza são a irreversibilidade, a incerteza e o timing, que são levados em consideração quando “se modela” uma opção, mas que não são tratados adequadamente pelos métodos tradicionais.

Os métodos tradicionais de avaliação econômica de projetos, baseados no fluxo de caixa descontado, apresentam limitações quando são utilizados para quantificar o momento de investir (timing) em projetos de exploração e produção de bens, como também não fornecem modelos adequados para a previsão do comportamento futuro das variáveis críticas do projeto, como preços e custos. Neste trabalho, é empregada a Teoria das Opções Reais (TOR) para quantificar os impactos de postergar os investimentos em um projeto de produção de Biodiesel, utilizando-se um modelo para descrever o comportamento do preço do óleo e do projeto, diante das possíveis variações nos cenários que o projeto enfrentará e analisando as variáveis mais críticas do projeto Biodiesel.

Outra razão pela qual se justifica o trabalho, é o fato de apesar do amplo uso de técnicas tradicionais de orçamento de capital, críticas têm surgido contra o uso estático das mesmas. A crítica está no fato de que estas técnicas são baseadas somente no retorno financeiro. As técnicas usam somente fatores tangíveis e não levam em consideração os fatores intangíveis, tais como: futura vantagem competitiva e também futuras oportunidades, e flexibilidade gerencial, ou seja os modelos não levam em consideração a gestão ativa dos projetos desconsiderando as decisões tomadas pelos administradores.

Fluxos de caixa descontados e o custo de capital

A avaliação dos fluxos de caixa descontados (FCD), pode ser definida, segundo Ross (2000, p. 215) como “O processo de avaliação de um investimento descontando seus fluxos de caixa futuros”. Para operacionalizar o objetivo que é a captação de flexibilidade na tomada de decisão de investimentos através do uso da TOR, primeiro é preciso realizar uma avaliação do projeto pelo VPL, ou seja, sem flexibilidade. Para tanto, terão que ser estimados os fluxos de caixa livres do projeto e o custo de oportunidade, que é o quanto se deixa de ganhar no mercado, a uma taxa livre de risco, para se investir em algum outro ativo, sujeito a risco porém com retorno esperado maior.

4 OBJETIVOS

O Objetivo geral é explorar os modelos tradicionais de avaliação de investimentos como a TIR e VPL, baseados no FCD, e compará-los com o modelo de opções reais, destacando vantagens e desvantagens do uso de cada um na avaliação de um investimento em um projeto de produção de Biodiesel no Brasil.

Como objetivo específico, utilizando-se a TOR, calcular o timing do momento de investir em projetos como o do Biodiesel no Brasil. Além disso utilizar um modelo para moldar as principais variáveis envolvidas no projeto e sua viabilidade através de instrumentos como a árvore de decisões, analisando como é o processo de tomada de decisão na TOR e como ferramentas, como o método de Monte Carlo, as regras do valor presente líquido, árvore de decisão, e mostrar como tais ferramentas podem nortear as decisões.

5 METODOLOGIA

Este trabalho é uma pesquisa quantitativa, com o objetivo de modelar uma opção real de investimento em Biodiesel no Brasil. Adotou-se um caráter exploratório em base secundária de dados, onde foram realizados a revisão de literatura e um estudo de caso, aplicando-se modelos conhecidos como análise do valor presente líquido, método de Monte Carlo e TOR.

6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As instituições financeiras, os investidores e o mercado como um todo usam, em geral, dois métodos tradicionais de análise de projetos: as regras do valor presente líquido (VPL) e da

taxa interna de retorno (TIR). Mantendo-se todas as outras variáveis constantes, projetos com VPL positivo ou TIR superior à taxa de desconto seriam, a princípio, melhores candidatos aos financiamentos, pois teriam um retorno “teoricamente” mais viável, do que projetos com VPL negativo ou TIR inferior à taxa de desconto. Além disso, projetos com maiores VPL ou TIR sinalizariam uma alocação mais eficiente dos recursos.

A preferência por esses métodos se explica pelo fato de que ambos são amplamente difundidos e utilizados nos campos das finanças empresariais, devido a sua simples e padronizada execução.

A TOR surge como alternativa a esses modelos.

6.1 CRÍTICAS AOS MODELOS DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS

Segundo Rigolon (1999), ao longo dos últimos anos a eficiência dos métodos tradicionais (TIR e VPL) vem sendo constantemente questionada. Dixit e Pindyck (1994), por exemplo, indagam que a sua utilização pode levar a decisões de investimento erradas. A razão é que eles ignoram duas características importantes dessas decisões: a) a irreversibilidade, ou seja, o fato de que o investimento é um custo afundado¹, de modo que o investidor não consegue recuperá-lo totalmente em caso de arrependimento; e b) a possibilidade de adiamento da decisão de investir.

Essas características, juntamente com a incerteza sobre o futuro, fazem com que a oportunidade de investimento seja como uma opção financeira, segundo Dixit e Pindyck (1994). Na presença de incerteza, uma organização com uma oportunidade de investimento irreversível possui 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). Quando a organização investe, ela exerce ou “mata” essa opção de investir. O problema é que a opção de investir tem um valor que deve ser contabilizado como um custo de oportunidade no momento do investimento. Esse valor pode ser bastante elevado, e regras de investimento que o ignoram - tipicamente as regras do VPL e da TIR - podem conduzir a erros significativos (DIXIT E PINDYCK, 1994). Damodaram (1999, p.483), faz algumas críticas relevantes ao uso do modelo de opções reais na avaliação de investimentos dentre elas podem-se destacar:

1. O fato de o ativo a ser estudado não ser negociado em bolsa, e a teoria de opções e modelo Black-Sholes, é construído segundo Damodaram (1999), sobre a premissa de que o ativo a ser analisado faz parte de uma carteira, a qual é negociada em bolsa, isso deve ser levado em consideração com muita relevância pois o ativo objeto deste estudo não é negociado em bolsa, pois trata-se de um projeto;
2. Também pode-se destacar na obra de Damodaram (1999), o fato do ativo a ser analisado seguir um preço contínuo, sendo o modelo Black-Sholes derivado sob esse aspecto, a dificuldade viria então do fato do modelo não prever saltos de preço, o que pode ocorrer num projeto que está sob efeito de inúmeras variáveis;
3. A variância é conhecida e não se altera durante a vida da opção. Este pressuposto é bem razoável ao pensar-se nas opções negociadas em bolsas que tem uma vida útil bem pequena, (curto prazo), mas quando se parte para uma opção real, num projeto que envolve financiamento de longo prazo é muito pouco provável, que a variância se mantenha a mesma. Principalmente num caso como o que está sendo tratado neste trabalho, em que as incertezas são muito grandes quanto ao Biodiesel, e este projeto pode variar muito seu valor.

6.2 TEORIA DE OPÇÕES COMO FORMA DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS

Damodaram (1999), faz diversas considerações sobre o uso da teoria de opções para a avaliação de ativos reais, principalmente no que tange a empresas e projetos que exploram

¹ Custo afundado é todo aquele custo que é irreversível, ou seja, se o agente econômico se arrepender do investimento não recupera o valor total do mesmo.

ativos minerais, que tem caráter finito, e devido ao caráter do produto a teoria de opções pode ser usada de uma forma muito relevante pois há claramente a opção de parar de investir, manter os investimentos ou aumentá-los de acordo com o comportamento das variáveis que norteiam os resultados finais do projeto.

Hull (1995), traz a parte “técnica” da teoria de opções, como funcionam, seus modelos matemáticos, suas implicações e conceitua os componentes dos modelos utilizados na TOR.

6.3 O QUE SÃO OPÇÕES

Hull (1995), conceitua opção como um instrumento contratual que dá ao seu detentor ou comprador o direito, ou o dever, dependendo do tipo de contrato, de comprar (opção de compra ou call option), ou de vender (opção de venda ou put option), bem determinado pelo preço acordado na efetivação do contrato (preço de exercício).

Segundo Copeland e Antikarov (2001, p.6), “Uma opção real é o direito mas não a obrigação, de empreender uma ação” a um custo pré-determinado que será denominado de preço de exercício por um período previamente estabelecido, que seria a vida da opção.

Segundo Damodaram (1999) o valor de uma opção depende de uma série de variáveis relativas ao ativo que está sendo analisado e aos mercados financeiros. Dentre essas variáveis podem-se destacar:

1. Valor atual do ativo subjacente: (OPÇÕES, MERCADO FINANCEIRO)

Como opções são ativos que tem o seu valor derivado do valor de um ativo subjacente, pode-se entender que variações no valor desse ativo subjacente causem variações no valor das opções sobre este ativo, como já destacado, as opções de compra dão direito ao detentor do contrato de adquirir o ativo subjacente a um preço fixo, então qualquer valorização do ativo subjacente acarretará em valorização das opções, o oposto ocorre para as opções de venda que se desvalorizam a medida que o ativo subjacente sobe de valor.

2. Valor do ativo subjacente sujeito a risco

No caso das opções reais, segundo Copland e Antikarov (2001), trata-se de um projeto, um investimento ou aquisição, neste estudo de caso trata-se do investimento em uma unidade produtora de Biodiesel.

Se o valor do ativo subjacente aumenta, o mesmo acontece com o valor de compra de uma opção, pode-se perceber que uma das principais diferenças entre as opções financeiras e as reais, é que uma pessoa que possua uma opção financeira não pode afetar o valor do ativo subjacente (por exemplo uma ação do Banco Itaú).

No entanto as pessoas que dirigem um ativo real podem interferir no seu valor através de suas decisões, sobre como conduzi-lo, que caminho escolher é que irão definir o valor das opções reais, e por tanto o valor de todas as opções reais dependem destas pessoas.

3. Variância no valor do ativo subjacente; (opções financeiras)

O comprador de uma opção está adquirindo o direito de comprar ou vender um ativo a um preço fixo, quanto maior for a variância do valor do ativo maior será o valor da opção, isto é verificado tanto nas opções de compra como as de venda, este fato pode parecer estranho pois a variância é uma medida de risco, e no caso das opções quanto mais ela aumenta mais aumenta o valor da opção. O mercado de opções possui esta peculiaridade já que as perdas limitam-se ao prêmio pago pelas opções e os agentes econômicos podem obter ganhos expressivos que se originam nos grandes movimentos de preço.

4. Desvio padrão do valor do ativo subjacente sujeito a risco (opções reais)

Uma das principais características a serem observadas numa opção é o seu preço de exercício. Nas opções de compra o preço de exercício é inversamente proporcional ao preço da opção, ou seja o valor da opção cairá a medida que o preço de exercício subir, nas opções de venda que são aquelas que o detentor da opção tem o direito de vende-la a um preço fixo, o valor aumentara a medida em que o preço de exercício aumentar.

5. Prazo até o vencimento

Ambos os tipos de opção (compra e venda), tem o seu valor aumentado na medida em que o prazo até o vencimento aumenta, quando o prazo até o vencimento é maior a opção tem mais “espaço” para ganho pois o ativo tem um potencial de variação maior em um intervalo maior de tempo.

6. Variáveis relativas ao mercado financeiro - taxa de juros livre de risco X opção

Sempre que se pensa em algum tipo de investimento, tem-se que pensar em custos de oportunidade, com opções não é diferente como o comprador da opção paga o prêmio da opção a vista há um custo de oportunidade que depende diretamente do nível em que se encontram as taxas de juros do mercado e o prazo até o vencimento das opções .

7. Opções americanas X européias: Variáveis relativas ao exercício antecipado

Existem dois tipos de opções: as americanas e as européias. Pode-se destacar que as opções do tipo americana podem ser exercidas a qualquer momento antes de seu vencimento, ante as européias que só podem se exercidas na data de seu vencimento .

Pelo fato da opção americana poder ser exercida em qualquer momento, ela é mais valorizada que a opção européia, e também se torna mais difícil de ser avaliada, há no entanto um fator de equilíbrio que permite que as opções americanas sejam avaliadas nos modelos projetados para as européias. Segundo Damodaram (1999, p.443) “Na maioria dos casos, o prêmio de tempo associado ao prazo a decorrer da opção torna o exercício antecipado subótimo”. Por isso pode-se concluir que o exercício antecipado não é condizente com a maximização de aproveitamento das opções buscada pelo agente econômico, mas a outra exceção é quando um investidor possui tanto o ativo subjacente quanto grande quantidade de opções de venda do tipo “in the money”, opção de compra (venda) a qual o preço do ativo está sendo negociado em mercado por um preço maior (menor) do que o preço do exercício, sobre aquele ativo. Damodaram (1999) afirma que em um momento em que as taxas de juros estiverem altas, o prêmio de venda sobre a opção poderá ser menor do que o ganho potencial decorrente do exercício antecipado da opção de venda e do rendimento de juros sobre o preço de exercício.

FATOR	EFEITO SOBRE	
	Valor da opção de compra	Valor da opção de venda
Aumento no preço da ação	Aumenta	Diminui
Aumento no preço de exercício	Diminui	Aumenta
Aumento na variância do ativo subjacente	Aumenta	Diminui
Aumento no prazo até o vencimento	Aumenta	Diminui
Aumento nas taxas de juros	Aumenta	Diminui
Aumento nos dividendos pagos	Diminui	Aumenta
fonte: Damodaram, 1999, p.444		

QUADRO 1 - DETERMINANTES DO VALOR DE UMA OPÇÃO

Dixit e Pindyck (1994) afirmam que muitas das oportunidades de investimento são semelhantes a exercer uma opção do tipo "call option". A TOR torna possível incorporar as características consideradas fundamentais na análise econômica dos investimentos em produção de Biodiesel no Brasil. Com isso pode-se agrupar e montar algumas das variáveis envolvidas num projeto de produção de Biodiesel no Brasil, como as incertezas sobre o preço futuro do petróleo e do óleo diesel fóssil, principais concorrentes do Biodiesel no mercado, preço e incertezas sobre o futuro das *Commodities* que servem de matéria prima para a produção, a irreversibilidade total ou parcial do investimento no maquinário aplicado à produção.

GRANDEZAS	OPÇÕES FINANCEIRAS	OPÇÕES REAIS
Custos	Preço do exercício	Valor presente do investimento
Ativo subjacente	Ação	Valor do investimento
Retorno do capital	Retorno da ação	Retorno do projeto
Ganhos do capital(ativo)	Variações no preço da ação	Varição no valor do projeto
Dividendos	Fluxo de dividendos da ação	Fluxo de dividendos do projeto
Incerteza	Volatilidade no preço da ação	Volatilidade do valor do projeto
Maturidade	Tempo de expiração do contrato	Vida útil do projeto

Fonte: (adptado de Siegel et al p.480)

QUADRO 2 – OPÇÕES FINANCEIRAS X OPÇÕES REAIS

A TOR permite calcular de forma a mostrar a flexibilidade encontrada na execução de um projeto de produção de Biodiesel no Brasil, apontando as alternativas, pois como se trata aqui de uma teoria de opções, pode-se tomar que durante a execução do projeto tem-se as alternativas de aumentar, postergar, diminuir e parar a produção do óleo. O quadro 2 mostra a analogia entre as *call options* americanas e as opções reais.

Com base nas considerações feitas anteriormente se pode utilizar alguns dos modelos mais utilizados no mercado para modelagem de opções reais, há algumas das grandes empresas do mundo já fazendo uso das opções reais para dar suporte a tomada de decisão de investimento. O Quadro 3 abaixo mostra algumas das empresas que estão utilizando a teoria de opções para ganhar flexibilidade na tomada de decisão, a seção abaixo traz a explicação de alguns dos modelos matemáticos envolvidos no processo que está sendo discutido.

EMPRESA	QUANDO	APLICAÇÃO
ENRON	1994	Desenvolvimento de novos produtos, opções de conversão para turbinas a gás
HEWLETT-PACKARD	Início de 1990	Produção e distribuição
ANDARK PETROLEUM	Década de 1990	Leilões de reservas petrolíferas
APPLE	1995-1996	Decisão de saída para seus negócios com computadores pessoais
CANDENCE DESIGN SYSTEMS	Década de 1990	Método de alicerçado em opções para valoração de licenciamentos
TENNESSE VALLEY AUTHORITY	1994	Opções de aquisição de energia elétrica
MOBIL	1996	Desenvolvimento de campos de gás natural
EXXON	Década de 1990	Exploração e extração de petróleo
AIRBUS INDUSTRIE	1996	Valoração de opções de entrega
ICI	1997	Construção de nova fábrica
TEXACO	Década de 1990	Exploração e produção

Fonte: Copeland (2004, p. 77)

QUADRO 3 EMPRESAS QUE JÁ UTILIZAM OPÇÕES

6.3.1 A PRECIFICAÇÃO DE OPÇÕES USANDO O MODELO DE BLACK E SCHOLES

Nos anos 70, Fischer Black e Myron Scholes desenvolveram um modelo para a precificação de opções de ações. Esse modelo, acabou tendo uma enorme influência sobre a forma de precificar e *hedgear*² opções pelos participantes do mercado, nesta seção serão explicados os resultados, a fórmula, e as premissas em que se baseiam, e finalmente será discutido como os resultados de Black e Scholes podem ser usados para a análise de viabilidade de projetos como o do Biodiesel.

6.3.2 A SUPosição LOGNORMAL

Segundo Hull (1995), o modelo de precificação de opções de ações deve partir de algumas hipóteses sobre como os preços das ações evoluem com o tempo. Exemplo: se uma ação vale hoje R\$ 80,00 reais, qual a distribuição de probabilidades que seu preço pode atingir em um dia, uma semana, em um ano? .

Black e Scholes definiram que os preços da ação seguem um movimento aleatório, isso significa que as mudanças proporcionais no preço da ação num curto período de tempo são normalmente distribuídas. (COPELAND; ANTIKAROV, 2001).

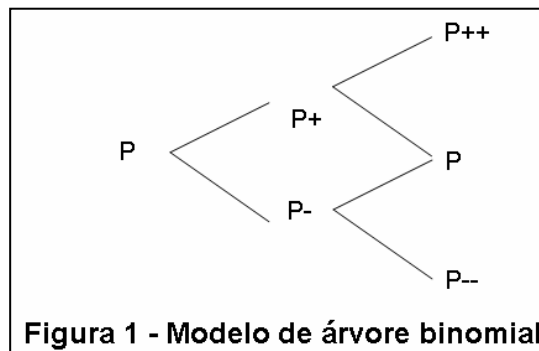
Uma distribuição normal pode assumir qualquer valor, negativo ou positivo, enquanto uma variável que segue uma distribuição lognormal pode assumir apenas valores positivos uma distribuição normal, é simétrica enquanto uma variável lognormal é assimétrica tendo as medidas de caráter central, (média, moda, mediana) distorcidas.

² O termo Hedgear, significa buscar a proteção de um ativo contra variações de mercado, através da realização de uma operação de Hedge, que irá realizar a indexação do valor do ativo objeto a outro ativo do mercado.

6.3.3 O modelo binomial

Segundo Damodaram (1999), a teoria de precificação de opções possui um modelo matemático de complicado entendimento, mas por sua vez possui um modelo binomial de precificação muito mais simples.

Num cenário pré-estabelecido imagina-se que um projeto pode tomar dois caminhos seguindo uma árvore binomial. Hipoteticamente adota-se que o seu valor dependerá de qual caminho foi escolhido, variando de P+ a P- de acordo com o caminho escolhido, sendo P o valor inicial do projeto, e P+ e P- com probabilidades de 50%, como no exemplo.



6.3.4 O valor presente líquido (VPL)

O valor presente líquido é a ferramenta mais utilizada pelas empresas na análise de investimentos. Sundem e Geijsbeek (1978), tomaram uma amostra de 424 grandes empresas e verificaram que 86% delas recorriam ao VPL.

Segundo Ross (2000, p.215), “a diferença entre o valor de mercado de um investimento e seu custo é denominada valor presente líquido do investimento, abreviada por VPL”. Com isso pode-se concluir que o valor presente líquido é um indicador que fornece uma medida de quanto valor é agregado por se realizar um investimento.

Ainda segundo Ross (2000), o usuário do VPL encontraria dificuldades para cumprir seu objetivo, (realizar um orçamento de capital), caso o ativo seja novo no mercado como é o caso desta pesquisa. Como exemplo hipotético, há um projeto de construção de uma usina de cana-de-açúcar, e realiza-se um investimento que tem custo estimado de R\$ 180 milhões, ao se concluir o projeto, com base no mercado regional, percebe-se que uma usina de mesmo porte vale 200 milhões de reais, e que a usina do exemplo pode ser vendida por 200 milhões de reais, ou seja esses 20 milhões são valor adicionado pela administração, então se conclui com o exemplo acima que o valor do negócio é maior que seu custo de implantação então se tem que o projeto tem um VPL positivo.

6.3.5 Críticas ao modelo do (VPL)

Ainda com base no exemplo, imagine-se que o projeto seja uma usina de produção de Biodiesel em escala comercial sem precedentes na região, pode-se estimar o custo de implantação do projeto com uma certa precisão, pois sabe-se quais os componentes são necessários para a compra e investimento para o início da produção, mas não se pode estimar seu valor de mercado pelo método do VPL pois não se tem referências mercadológicas de tal projeto. Segundo Damodaram (1999) a avaliação pelo método do VPL também pode gerar grandes equívocos quando o alvo das análises é uma empresa cíclica, porque seus lucros seguem a economia. “Uma falha em ajustar os lucros dessas subidas e descidas cíclicas pode levar a uma subavaliação significativa dessas empresas nas profundezas de uma recessão e a uma superavaliação significativa no pico de uma recuperação”.(DAMODARAM, 1999 p.354).

7 O BIODIESEL

7.1 *A questão energética e o agronegócio no Brasil*

O Brasil vem passando por um período de crescimento econômico em 2004, principalmente no quesito exportação, mas enfrenta alguns problemas de caráter estrutural, e a questão energética é uma delas, tendo o país já estado impossibilitado de crescer devido à falta de energia.

Outro aspecto a ser abordado é o fato que o “motor” das exportações brasileiras, que impulsionam a conta comercial do balanço de pagamentos, é o agronegócio, que, segundo Veja (2004), afirma que 1 em cada 3 reais gerados pela economia nacional tem origem no agro negócio, o qual tem a maioria de seus custos derivados do petróleo pelo fato dos produtos produzidos serem transportados em sua maioria pela malha rodoviária, através de veículos movidos a diesel. Outro aspecto é que todas as máquinas envolvidas no processo produtivo (tratores, colheitadeiras, bombas de pulverização, geradores e outros implementos) também serem movidos a diesel. Em função disso pode-se perceber a extrema relevância que o domínio de uma tecnologia como a do Biodiesel tem para o país.

7.2 O QUE É O BIODIESEL

Segundo o Laboratório de Tecnologias Limpas (2004)

O Biodiesel é um combustível que se pode usar nos motores diesel e portanto é um bom substituto quando puro ou um componente (quando misturado) ao diesel, porém produzido a partir de materiais de base renovável, como os óleos vegetais e um álcool. O Biodiesel é quimicamente conhecido como ésteres de alquila, de metila ou etila, que podem ser obtidos por reações de transesterificação utilizando para tanto Metanol (tóxico, venenoso e originário de fontes fósseis), ou Etanol (álcool de cana), na presença de uma substância química (catalisador), que promove a transformação química desses reagentes.

O Biodiesel se encontra registrado como combustível e como aditivo para combustível na Agência de Proteção do Meio Ambiente (*Environment Protection Agency- EPA- EUA*). Pode ser usado como combustível puro ou 100% (B100), ou como uma mistura que pode variar de 5% (B5) a 20% (B20), ou em baixas proporções como um aditivo de 1 a 4%. Complementando assim o diesel de petróleo.

7.3 Características técnicas do produto “BIODIESEL”

O Biodiesel mostra-se interessante por vários fatores, mas o que mais se pode destacar são suas propriedades ecologicamente corretas, que estão em total harmonia com a nova ordem mundial de desenvolvimento sustentável dentro destas propriedades pode-se destacar: (LABORATÓRIO DE TECNOLOGIAS LIMPAS, 2004).

Não contém enxofre	Não contém substâncias aromáticas	Alto índice de cetano – média de 55
Biodegradável	Lubricidade – acima de 6.000 gramas BOCLE	Ponto de fulgor acima de 140 ^o C
Não tóxico	Promove redução da emissão de gases tóxicos no escapamento dos veículos	Redução de gases que contribuem para o efeito estufa

7.4 VANTAGENS COMPETITIVAS

O Biodiesel, além de ser menos poluente, é produzido com matérias-primas totalmente renováveis e que são produzidas em vários países, incluindo o Brasil. Ao contrário do petróleo, poderá representar, no futuro, uma grande economia nas importações de combustível e ser o propulsor de uma enorme expansão da produção agrícola e industrial do País. Alguns países europeus também estão produzindo o combustível. Entretanto, o tipo desenvolvido no Velho Continente é obtido através da mistura de óleos vegetais com metanol (álcool metílico), derivado do petróleo, que não prejudica o desempenho da mistura, mas é extraído de fonte não-renovável.

O novo combustível é produzido por meio da reação do álcool com os óleos vegetais, com a utilização de um catalisador e de um co-catalisador, substâncias que geram as reações químicas que resultam no Biodiesel e em outro produto, a glicerina, matéria-prima utilizada em diversos ramos da indústria, com destaque para o de cosméticos, o de remédios e o de explosivos. O fato de a reação gerar também glicerina permite a viabilização econômica, com a venda da substância, de todo o processo. Na Europa, o catalisador utilizado é o hidróxido de sódio, a popular soda cáustica, que leva seis horas para completar a reação, sem separar o Biodiesel da glicerina que se forma como subproduto, prejudicando o refino do combustível.

No processo desenvolvido pelos pesquisadores do Ladetl, à base de dois catalisadores, o combustível fica pronto em apenas meia hora, com a vantagem de já ficar separado da glicerina.³

8 O ESTUDO DE CASO

Os conceitos apresentados foram utilizados em um estudo de caso para a análise da viabilidade econômico-financeira de uma Usina de refino de Biodiesel, que utilizará a mamona como matéria prima. A mamona foi eleita para ser utilizada como matéria prima, por ser a mamoneira uma espécie rústica e adaptada às condições de clima do Brasil (EMBRAPA, 2004). Apresenta resistência aos períodos de secas e se adapta aos tipos de solos característicos da região semi-árida onde encontramos terras de menor valor e população com maiores dificuldades sociais.

Em relação a outras espécies oleaginosas, podem ser feitas as seguintes comparações:

Produto para fins não alimentícios	Maior teor de óleo
Rusticidade e resistência ao clima e ao solo	Colheita precoce
Óleo com potencial de mercado	Solubilidade em etanol
Permite produzir Biodiesel de alta qualidade	Estabilidade de armazenamento

A produção do óleo de mamona tem duas destinações básicas:

- Uso industrial, pelas suas características físico-químicas, é considerado um produto de alto valor comercial para determinadas aplicações, Está consagrado e com mercados bem estabelecidos nos setores químicos, de lubrificantes, farmacêutico e de cosméticos. (Laboratório de Tecnologias limpas da Universidade de São Paulo 2004).
- Uso energético, como combustível renovável em substituição ao óleo diesel mineral, está em fase de viabilização técnica e econômica a tecnologia brasileira com utilização da semente.

8.1 Aspectos econômicos

Em termos de produção da mamona e do seu óleo, os processos atuais disponíveis no Brasil mostram os seguintes valores, segundo o Laboratório de Tecnologias limpas da Universidade de São Paulo (2004):

- Custo da produção da mamona in natura: R\$ 800/t
- Produtividade do óleo de mamona: 500 kg de mamona /1 de óleo
- Produtividade do farelo (em torta) 500 kg de mamona/ 1 t de farelo

No âmbito do Projeto Nacional para o Biodiesel de Mamona, há duas hipóteses de complementação ao óleo diesel mineral: o B2 para substituir 2% e o B5, para 5%, de substituição do óleo diesel mineral.

A mamona foi escolhida dentre as varias oleaginosas por possuir melhor custo benefício em relação as outras como mostra o Quadro 4 a seguir, além de ser socialmente benéfica pois pode promover a inclusão social no campo através de assentamentos, por demandar muito mais mão-de-obra que as demais oleaginosas.

Espécie	Produção de óleo (kg/ha/ano)	Produtividade (kg/há)	Teor de óleo (%)
Babaçu	279	450	72
Mamona	750	1500	50
Gergelim	432	900	48
Girassol	494	1300	38
Soja	374	1200	17
Algodão	150	1000	15
Dendê	2000	10000	20

³ Informações obtidas através de entrevista com o professor Miguel Dabdoub no campus da Universidade de São Paulo, em agosto 2004

Canola	663	1700	39
Amendoim	624	1600	39
fonte: Embrapa (2004)			

QUADRO 4 PRODUTIVIDADE DAS OLEAGINOSAS

O processo de obtenção de Biodiesel no Brasil utiliza 75 kg de etanol anidro e 5 kg de catalisador para 1.000 kg de sementes secas de mamona (Laboratório de Tecnologias Limpas da Universidade de São Paulo, 2004).

Com os dados acima foram obtidos os seguintes custos de implantação de uma planta industrial, para produção do Biodiesel, segundo o Laboratório de Tecnologias Limpas da Universidade de São Paulo (2004). Uma planta de médio porte, com uma área plantada de 1800 hectares, e com capacidade industrial para a produção de 604.800 litros de Biodiesel puro ano, na mistura B5, que compreende 5% de diesel vegetal misturados a 95% de diesel mineral, gerando um total de 61 toneladas de glicerina ano, que é gerada numa proporção de uma parte pra cada dez de óleo (Laboratório de Tecnologias Limpas da Universidade de São Paulo 2004).

8.2 Aplicação prática

Partiu-se dos preços médios do óleo diesel mineral, praticados pelas distribuidoras, obtidos junto a ANP (Agência Nacional do Petróleo) Desta forma obteve-se a média aritmética dos valores, posteriormente foi elaborada uma planilha usando o método Monte Carlo com os dados de faturamento, custos e demais fatores relevantes. Como mostra o anexo 1, calculou-se o VPL valor presente líquido do projeto, deste valor se seguiu para a aplicação análise de opções reais (ROA).

8.3 Implementação

Abaixo as informações financeiras que também estão contidas no Anexo 1:

Foco : produção de Biodiesel	Investimento inicial : R\$ 600.000
Receitas anuais com a venda do óleo : R\$ 883.008	
Receitas totais anuais :R\$ 1.178.858	Custos fixos anuais: R\$ 100.000
Receitas anuais com a venda da glicerina : R\$295.850	Custos variáveis :R\$943.083

Com base nos dados obtidos foi elaborado um cálculo do valor presente líquido do projeto utilizando-se do método de Monte Carlo, gerando mais de 1000 prováveis valores aleatórios para o VPL, os dados acima são referentes ao primeiro ano, e os demais estão no Anexo 1. Foi obtido um valor presente líquido considerando os dez anos para os quais foram projetados de : R\$ 671.444 negativos ou seja os investidores teriam que rejeitar o projeto, dentro de uma análise estática tradicional do VPL, se não considerassem as opções reais envolvidas nos possíveis cenários futuros do projeto, dentro desta idéia foi elaborada uma árvore de decisões, com os prováveis cenários com que os gestores se deparariam.

Em um deles, o qual trabalhou-se neste estudo de caso os gestores tem duas incertezas: a legislação brasileira que ainda não prevê a mistura do óleo vegetal ao óleo mineral, e os preços do petróleo, que estão em patamar recorde (US\$50,00 dólares o barril tipo Brent), que é principal concorrente do Biodiesel, e ao mesmo tempo encarecedor do produto pois também é um insumo quando o mesmo é produzido em misturas do tipo B2, B5, B20...

8.4 A Incerteza sobre os Fluxos de Caixa e a Flexibilidade Gerencial:

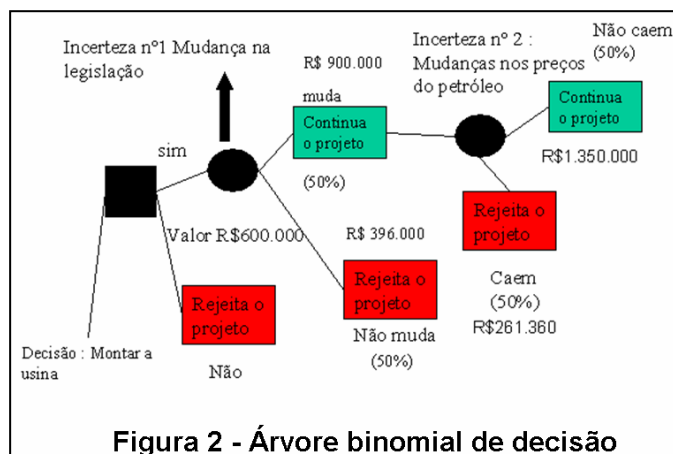
Com isto tem-se que a usina de Biodiesel, do exemplo, só se tornara lucrativa e por tanto interessante aos investidores se alguns fatores ocorrerem e alterarem o quadro atual de valor presente líquido, isso pode ser semelhante a negociar uma opção de compra, se imaginar-se que os investidores têm que tomar a decisão de investimento agora, ou decidir abortá-la, ou postergá-la, mas para tanto, os investidores precisam saber quanto vai custar-lhes cada uma

dessas opções. O quadro a seguir mostra os prováveis cenários que terão impacto sobre o projeto.

probabilidade	Mudança prevista	Impacto sobre o projeto
(50%)	Regulamentação da mistura	Positivo
(50%)	Não regulamentação da mistura	Negativo
(50%)	Preço do petróleo abaixo dos \$40 dólares	Negativo
(50%)	Preço do petróleo acima dos \$ 40 dólares	Positivo

QUADRO 3 - IMPACTO DOS CENÁRIOS PROPOSTOS NO PROJETO

Com os dados acima se entende que, com a mudança na legislação, regulamentando a mistura do óleo vegetal ao fóssil em proporção crescente tem-se um aumento na demanda e uma maior receita pois o projeto estará com um menor custo variável, devido a menor proporção de óleo diesel mineral, devido a isso tem-se um aumento no valor corrente do ativo que é o projeto, com isso constrói-se a seguinte árvore de decisão, mostrando alguns cenários pelos quais os gestores do projeto hipoteticamente passaram, e qual o valor que o projeto tomaria segundo suas opções se exercidas ou se “mortas” (não exercidas), que no caso pratico representaria o abandono do projeto.



8.5 Interpretando a árvore binomial de decisão

Observa-se que em cada “passo” da árvore, o projeto assume um valor. Este valor foi obtido da seguinte forma: Segundo Copeland (2004) utilizando-se de alguns parâmetros como o valor corrente do ativo subjacente, que é o valor do investimento no projeto no presente, no caso R\$ 600.000 o preço do exercício, que nada mais é que quanto se gastaria no momento para se exercer a opção de construção do projeto, no caso objeto deste estudo também R\$ 600.000 reais, a vida da opção em anos, que é quanto tempo durara a opção, neste estudo foi feita uma estimativa de dez anos, taxa anual livre de risco que foi estimada com base em alguns índices como CDI, poupança etc. em 16 % ao ano, o desvio padrão dos retornos, que foi o numero obtido na simulação Monte Carlo o desvio padrão das medias dos VPL contidos no Anexo 1, que é de R\$ 73.366 e o numero de passos que se realizaram por ano, ou seja por quantas situações decisórias de relevância direta no valor do projeto os gestores passaram por ano, este dado para simplificação do entendimento da arvore foi estimado em 1.

Os dados apresentados acima são relacionados com os parâmetros calculados como proposto por Copeland (2004 p. 210), que são: Movimento ascendente por passo, ou seja o quanto o projeto vai se valorizar caso o gestor exerça a opção correta (combinada com o cenário), e movimento descendente que medira a desvalorização do projeto, os dois números foram estimados conforme proposto por Copeland (2004), pelo fato das usinas de Biodiesel serem totalmente novas e não se conhecer suas variações mercadológicas, este numero foi estimado em 1,50 e 0,66 respectivamente, e as probabilidades neutras em relação ao risco, que são as probabilidades de acontecimento dos cenários estimadas em 0,50 por não se ter controle sobre as variáveis envolvidas, e por não ter como mensurá-las.

O calculo da arvore foi realizado segundo proposto por Copeland (2004, p. 209), encontrando o seguinte resultado, tendo o quadro seguinte o valor dos 4 primeiros anos:

Com isso pode-se notar que, no ano 1 com a ocorrência do pior cenário os investidores do projeto estariam perdendo R\$ 204.000 reais enquanto que na ocorrência do melhor cenário representado pela primeira linha estariam ganhando R\$ 300.000 reais, ou seja aumentando seu

ANO	0	1	2	3	4
0	R\$ 600.000	R\$ 900.000	R\$ 1.350.000	R\$ 2.025.000	R\$ 3.037.500
1		R\$ 396.000	R\$ 594.000	R\$ 891.000	R\$ 1.336.500
2		R\$ -	R\$ 261.360	R\$ 392.040	R\$ 588.060
3		R\$ -	R\$ -	R\$ 172.498	R\$ 258.746
4		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 113.848
5		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
6		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
7		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
8		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
9		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
10		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -

QUADRO 6 - ÁRVORE DE VALORES

valor em 50% já no primeiro ano. Ao se observar o quadro um pouco mais a frente na linha do tempo percebe-se que a primeira linha representa uma continuidade de cenários ótimos e como o projeto pode se valorar na ocorrência dos mesmos, e mostra também que quanto mais o tempo passa aumentam as probabilidades de cenários e de decisões.(COPELAND, 2004).

8.6 Elaboração dos modelos

Como mostrado acima utilizando o método de Monte Carlo foi estimado o VPL (valor presente liquido do projeto) , com o uso dos seguintes parâmetros contidos no anexo 1 mostrando os três primeiros anos : Premissas para a simulação:

- o preço do litro do Biodiesel atual como mostra a segunda coluna, e uma estimativa de decréscimo, devido ao fato de o Biodiesel não estar sendo produzido em larga escala, estima-se que posteriormente a mudança na legislação, que acarretara num aumento de demanda e conseqüentemente de produção, que com isso o Biodiesel ganhe economia de escala e se torne mais barato, então foi estimada esta taxa de decréscimo.
- A receita com a venda da glicerina foi obtida da seguinte forma, segundo o Laboratório de Tecnologias Limpas (2004): sabe-se que uma usina de Biodiesel produz uma parte de glicerina para cada dez de Biodiesel que são produzidas então o numero é resultado da divisão da produção em litros por dez como consta no Anexo 1, e foi estabelecida uma taxa de decréscimo para este dado também, pois a medida que o Biodiesel for ganhando espaço no mercado, acontecerá um aumento na oferta de glicerina conseqüentemente ocasionado a redução no preço caso a demanda se mantiver constante como no caso em questão.
- Os custos fixos foram obtidos juntamente com o projeto junto da Universidade de São Paulo laboratório de tecnologias limpas e foram corrigidos de acordo com uma taxa estimada de impacto da inflação.
- A taxa de crescimento anual de 10% foi estimada diante das perspectivas de crescimento do Biodiesel haja vista a necessidade de energia que vive a atualidade e a crise do petróleo e o conseqüente aumento do diesel mineral, estes fatores estimularão muito a demanda num cenário favorável ao projeto devido a isso estimamos um crescimento de 10% anuais na produção.

	ANO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Decréscimo		2%	5%	7%	9%	11%	5%	2%	0%	0%
Preço Litro	1,46	1,43	1,36	1,26	1,15	1,02	0,97	0,95	0,95	0,95
receita/glicerina	295.850	289.933	275.436	256.156	233.102	207.461	197.088	193.146	193.146	193.146
acrecimo de custos		0	0	0	0	0	0	0	0	0
custos fixos	100.000	102.000	107.100	114.597	124.911	138.651	145.583	148.495	148.495	148.495
Taxa de crescimento		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quantidade/litros	604.800	665.280	731.808	804.989	885.488	974.036	1.071.440	1.178.584	1.296.443	1.426.087
Faturamento	1.178.858	1.241.816	1.270.154	1.273.752	1.251.715	1.204.683	1.239.185	1.316.527	1.428.865	1.552.437
VPL (MÉDIO)	(552.648)	195.840	(8.106)	(14.051)	(22.153)	(49.795)	(52.470)	(43.667)	(61.988)	(62.491)
DP	73.417	70.180	76.706	68.336	76.881	77.093	74.811	75.719	66.340	75.888
VPL (MÉDIO)	(671.528)									
DP (MÉDIO)	73.537									

QUADRO 4 - PARÂMETROS PARA A SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

ANO 1	Convencional	Nova Abordagem	Aleatório 1	Aleatório 2
FATORES CHAVE	Base	Mínimo	Máximo (99%)	
FATURAMENTO	R\$ 1.178.858	R\$ 1.167.069	R\$ 1.296.744	R\$ 1.184.287
TX DE CRESCIMENTO %		-1%	1%	2,40%
Reposição de ativos ⁴ (10 anos)	R\$ (600.000)	R\$ (600.000)	R\$ (600.000)	R\$ (600.000)
Impostos %	13,0%	12,5%	13,5%	12,51%
Valor de impostos	R\$ (153.252)	R\$ (145.884)	R\$ (175.060)	R\$ (148.212)
CUSTOS FIXOS	R\$ (100.000)	R\$ (90.000)	R\$ (110.000)	R\$ (106.915)
CUSTOS VARIÁVEIS (%)	80%	65%	85%	71,90%
CUSTOS VARIÁVEIS (R\$)	R\$ (943.086)	R\$ (758.595)	R\$ (1.102.232)	R\$ (851.511)
Geração de caixa	R\$ (617.480)	R\$ (427.409)	R\$ (690.549)	R\$ (522.352)
Custo do Capital	20%	12%	25%	22,86%
ANO	1	1	1	
VPL DO PROJETO	R\$ (514.567)	R\$ (381.616)	R\$ (552.439)	R\$ (522.352)

QUADRO 5 - ESTIMATIVA DO VPL ANO 1

8.7 A obtenção do valor presente líquido

Através dos parâmetros mostrados acima iniciou-se a construção de um modelo utilizando-se do método de Monte Carlo para a estimação do valor presente líquido do projeto, montado da seguinte forma como mostra o Quadro 5. Com base nos parâmetros foram montadas três bases para cálculo chamadas de convencional, mínima e máxima para nova abordagem. Dentro dessas três bases a convencional, representa a situação atual com base numa análise estática, e as bases de mínimo e máximo representam dentro da nova abordagem uma perspectiva de cenários pessimistas e otimistas respectivamente.

Na coluna denominada Aleatório1 observa-se o resultado do valor de cada item obtido através do relacionamento dos dois cenários com os fatores aleatórios da coluna da direita, gerando assim um cenário aleatório de acordo com o método Monte Carlo, repetindo este movimento mil vezes para cada ano dos dez do projeto com a ajuda do Microsoft Excel obtivemos o VPL médio de (R\$ 671.444).

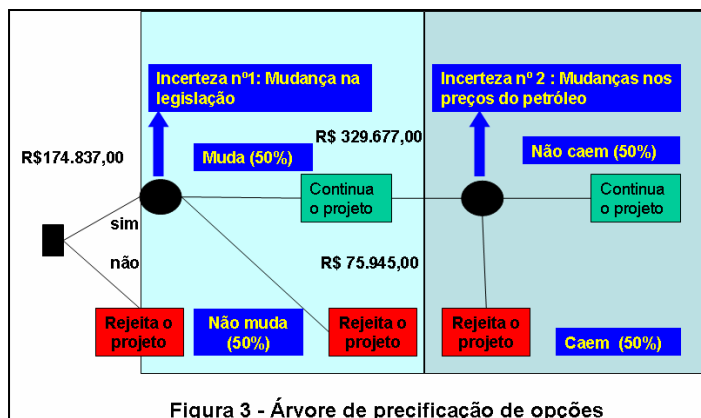
8.8 O valor da opção

Com as demonstrações acima conclui-se que, com uma análise estática do VPL os investidores do projeto rejeitariam-no de início, pois seu valor é negativo, mas na análise da árvore de decisão, percebe-se que em cenários futuros de acordo com as ocorrências, podem ter o projeto com valor aumentado em 50% já no primeiro ano. Para isso esses mesmos investidores têm de correr um risco, que será o investimento nos ativos deste projeto. Esta situação é igual a comprar uma opção de compra, segundo Dixit e Pindyck (1994), e onde se o cenário mais favorável se concretizar haveria um ganho de R\$ 300.000 no valor do projeto no primeiro ano, mas se houver a ocorrência do pior cenário, ocorrerá uma perda de valor dos ativos ordem de R\$ 204.000. Surge a necessidade de precificar esta opção, saber o quanto os investidores têm de pagar para esperar a ocorrência dos cenários decisórios, para isto irá se utilizar alguns fatores de cálculo já utilizados na montagem da árvore binomial da

8.9 Precificando a opção

Para precificar a opção relativa ao projeto da usina será utilizando o modelo proposto por Copeland (2004) em que utilizam-se os seguintes parâmetros: Taxa anual livre de risco: 16%; Valor corrente do ativo subjacente: R\$ 600.000; Preço de exercício: R\$600.000; Vida da opção em anos: 10; Desvio padrão dos retornos: R\$ 73.366; N° de passos por ano: 1; 1+ taxa livre de risco: 1,16;

⁴ A reposição de ativos foi estimada em 10 anos e tem o valor do primeiro ano em R\$ 600 000, pois neste ano ocorre o desembolso do valor do investimento, sendo os dez anos seguintes no valor de R\$ 60 000 que representam a reposição de ativos da depreciação.



Movimento ascendente por passo: 1,50; Movimento descendente por passo: 0,66; Probabilidade neutra em relação ao (risco ascendente): 0,50.

Com estes parâmetros foi realizado o cálculo segundo Copeland (2004, p. 213) como mostra o Anexo 1 Encontrando-se o valor de R\$ 174.837 para a opção do primeiro ano. Com este dado montou-se uma árvore de decisão com o preço de cada opção que os administradores terão pela frente. Com a ilustração, percebe-se que a opção de prosseguir o projeto e esperar pelos cenários custará aos investidores o valor de R\$ 174.837 e posteriormente eles se defrontaram com a situação dois em que possuem duas opções, que dependem do caminho tomado no passo 1 ou eles tem na sua posse uma opção que vale R\$ 329.677 no caso da ocorrência do melhor cenário ou têm em sua posse uma opção que vale R\$75.945 no caso de ocorrência do pior cenário.

9 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a TOR contribui com a análise do retorno dos investimentos, mostrando que um projeto pode ser encarado como um conjunto de opções reais, agregando flexibilidade gerencial na análise do VPL, mostrando que somente o modelo de análise do VPL nem sempre é suficiente para a tomada de decisão correta. No estudo de caso da usina se houvesse sido feita apenas uma análise de VPL estática, o projeto teria sido rejeitado, enquanto que se analisando pela TOR pode-se perceber a situação positiva que este projeto pode chegar já no primeiro ano.

O mais relevante é que a TOR pode precificar o quanto vai custar ao investidor esperar pela ocorrência dos eventos, tendo ainda as opções de abandono ou crescimento. Conclui-se que no caso da usina de Biodiesel esta opção custaria aos investidores o montante de R\$ 174.837 no primeiro ano.

A TOR, não nasceu para substituir a análise do valor presente líquido, mas para acrescentar flexibilidade e mostrar como o futuro de um projeto pode ser alterado. A TOR não deixa de lado a análise do valor presente líquido, pelo contrario faz dele ponto de partida para mostrar o valor que pode ser agregado, proporcionando um modo alternativo para a avaliação dos projetos.

REFERÊNCIAS

ANP-Agencia Nacional do petróleo. www.anp.gov.br/estatisticas 28/08/2004

BLACK, F.; SCHOLES, M. (1973). *The pricing of options and corporate liabilities*. Journal of political economy. v. 81.

BODIE, Zvi. Finanças / Zvi Bodie e Robert Merton, tradução James Suderland Cook, Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

COPELAND, T. E., **ANTI-KAROV**, V. (2001). *Opções reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

DABDOUB, Miguel. <http://www.dabdoublabs.com.br/>. Síntese 27/07/2004

DAMODARAM, Aswath. *Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo*. Tradução de Bazan Tecnologia e linguística. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

DIXIT, Avinash K., **PINDYCK**, Robert S. *Investment under uncertainty*. New Jersey: Princeton University Press, 1994.

EMBRAPA. www.embrapa.gov.br 29/08/2004

HULL, John. *Introdução ao mercado de futuros e de opções*, 2º edição. São Paulo: BMF, 1995.

LABORATÓRIO DE TECNOLOGIAS LIMPAS. Faculdade de Química. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. Maio a outubro de 2004;

OLIVEIRA, L. B., **COSTA**, A.O (2002). "Biodiesel: Uma experiência de desenvolvimento sustentável". Dissertação de mestrado UFRJ.

REVISTA VEJA, EDIÇÃO ESPECIAL, AGRONEGÓCIO: RETRATOS DE UM BRASIL QUE DA LUCROS, ABRIL 2004, EDIÇÃO ESPECIAL Nº30.

RIGOLON, Francisco J. Z. *Opções reais e análise de projetos*. Rio de Janeiro: BNDES, 1999.

ROSS, Stephen A. *Princípios de administração financeira* 2º edição. São Paulo: Atlas 2000.

SCHALL, L., **G.SUNDEM**, e **W GEIJSBEEK**. "Survey and Analysis of capital budgeting References," *Journal of Finance*, março de 1978, 281-297

SIEGEL, D., **SMITH**, J., **PADDOCK**, J. "Option valuation of claims on real assets: the case of offshore petroleum leases". *The Quarterly Journal of Economics*, v. 103, 1988.

Anexo 1 - OBTENÇÃO DOS CÁLCULOS

MÊS	X	(X-MÉDIA) ²
jul/01	R\$ 0,6940	0,1207563
ago/01	R\$ 0,7180	0,1046523
set/01	R\$ 0,7210	0,1027203
out/01	R\$ 0,7390	0,0915063
nov/01	R\$ 0,7490	0,0855563
dez/01	R\$ 0,7480	0,0861423
jan/02	R\$ 0,7190	0,1040063
fev/02	R\$ 0,7160	0,1059503
mar/02	R\$ 0,7300	0,0970323
abr/02	R\$ 0,7830	0,0668223
mai/02	R\$ 0,8080	0,0545223
jun/02	R\$ 0,8230	0,0477423
jul/02	R\$ 0,8820	0,0254403
ago/02	R\$ 0,9010	0,0197403
set/02	R\$ 0,9010	0,0197403
out/02	R\$ 0,9010	0,0197403
nov/02	R\$ 1,0240	0,0003063
dez/02	R\$ 1,1580	0,0135723
jan/03	R\$ 1,2880	0,0607623
fev/03	R\$ 1,3120	0,0731703
mar/03	R\$ 1,3130	0,0737122

MÊS	X	(X-MÉDIA) ²
abr/03	R\$ 1,3110	0,0726302
mai/03	R\$ 1,2380	0,0386123
jun/03	R\$ 1,2140	0,0297563
jul/03	R\$ 1,2090	0,0280563
ago/03	R\$ 1,2060	0,0270603
set/03	R\$ 1,2070	0,0273903
out/03	R\$ 1,2070	0,0273903
nov/03	R\$ 1,2070	0,0273903
dez/03	R\$ 1,2090	0,0280563
jan/04	R\$ 1,2090	0,0280563
fev/04	R\$ 1,2090	0,0280563
mar/04	R\$ 1,2090	0,0280563
abr/04	R\$ 1,2090	0,0280563
mai/04	R\$ 1,2470	0,0422303
jun/04	R\$ 1,2470	0,0422303
jul/04	R\$ 1,3050	0,0694322
ago/04	R\$ 1,3060	0,0699603
VARIANCIA	0,054486851	0,053053
DESVIO PADRAO	R\$ 0,2334	R\$ 0,2303
PREÇO MÉDIO	R\$ 1,0415	

QUADRO 6 – PREÇOS MÉDIOS DO ÓLEO DIESEL PRATICADOS PELAS DISTRIBUIDORAS ANP (2004)

Capacidade litros/horas	70,00
INSTALAÇÃO DA USINA	R\$ 600.000
Custo de investimento l/horas	R\$ 8.571
Custo fixo estimado	R\$ 100.000
Preço glicerina kg	R\$ 4,85
Produção de glicerina	61 ton
Receita/venda da glicerina ano	R\$ 295.850,00
Investimento total	R\$ 1.950.000,10

QUADRO 7 – DADOS DO PROJETO (LABORATÓRIO DE TECNOLOGIAS LIMPAS, 2004)

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Decréscimo		2%	5%	7%	9%	11%	5%	2%	0%	0%
Preço Litro	R\$ 1,46	R\$ 1,43	R\$ 1,36	R\$ 1,26	R\$ 1,15	R\$ 1,02	R\$ 0,97	R\$ 0,95	R\$ 0,95	R\$ 0,95
Receita/glicerina	R\$ 295.850	R\$ 289.933	R\$ 275.436	R\$ 256.155	R\$ 233.101	R\$ 207.460	R\$ 197.087	R\$ 193.145	R\$ 193.145	R\$ 193.145
Acréscimo de custos		1%	4%	3%	5%	4%	2%	2%	2%	2%
Custos fixos	R\$ 100.000	R\$ 102.000	R\$ 107.100	R\$ 114.597	R\$ 124.910	R\$ 138.650	R\$ 145.583	R\$ 148.495	R\$ 148.495	R\$ 148.495
Taxa de crescimento		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Quantidade/litros	604.800	665.280	731.808	804.988	885.487	974.036	1.071.440	1.178.584	1.296.442	1.426.086
FATURAMENTO	R\$ 1.178.858	R\$ 1.241.816	R\$ 1.270.154	R\$ 1.273.751	R\$ 1.251.715	R\$ 1.204.683	R\$ 1.239.185	R\$ 1.316.526	R\$ 1.428.865	R\$ 1.552.437

TABELA 1 – GRADE COM VALORES PARA A SIMULAÇÃO