

APLICAÇÃO DE OPÇÕES REAIS NA VALORAÇÃO DE UMA PATENTE PARA DIAGNOSTICAR A DENGUE

APPLICATION OF REAL OPTIONS IN THE VALUATION OF A PATENT FOR A DENGUE DIAGNOSIS

Leonardo Henrique Silva Fernandes¹, Alexandre Stamford da Silva², José Pontes de Barros Júnior³

¹Universidade Federal de Pernambuco-UFPE-Brasil

leonardoufpe@gmail.com

²Universidade Federal de Pernambuco-UFPE-Brasil

alexandre@stamford.pro.br

³Universidade Federal de Pernambuco-UFPE-Brasil

zitopontes@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo focar a Teoria das Opções Reais (TOR) aplicada à análise de investimentos em patentes, uma vez que ela configura-se como um método mais dinâmico para valoração de ativos reais, apresentando a capacidade de unificar estratégias e finanças, pois permite a ponderação em relação às opções inerentes ao processo decisório bem como adaptabilidade em relação às mudanças empresariais. Procurar-se-á prover uma evidência empírica através da aplicação desta metodologia na avaliação de uma patente, para tanto será utilizado o modelo do valor presente líquido expandido, pois ele evidencia as oportunidades de crescimento e as flexibilidades gerenciais inerentes a qualquer empreendimento. Destaca-se que para mensuração das flexibilidades gerenciais será empregado o modelo matemático de Black-Scholes (1973). Por fim, conclui-se que a valoração de uma patente fundamentada na TOR, embora complexa, deve ser utilizada como uma metodologia promissora por permitir aos gestores uma contribuição mais realista na tomada de decisões estratégicas. O produto final deste trabalho, ou seja, o valor da patente derivado da aplicação da TOR, permitiu iniciar rodadas de negociações entre a UFPE e diversos atores econômicos o que culminou na assinatura de um acordo de cooperação onde a patente foi licenciada para uma empresa brasileira que requereu os direitos nos Estados Unidos, Japão e União Europeia

Palavras-chaves: opções reais; flexibilidade gerencial; patentes; valoração; crescimento econômico.

1. Introdução

A Revolução Industrial teve sua origem na Inglaterra em meados do século XVIII e representou uma evolução nos processos produtivos. Antes dela a produção era fundamentada em manufaturas, um sistema produtivo rústico e centralizado basicamente na figura do artesão.

Com a introdução de inovações tecnológicas (motor a vapor, máquina de tear, iluminação a gás), houve uma mudança radical no processo produtivo e nas relações trabalhistas que ocasionaram

um intenso fluxo migratório da população rural para os centros urbanos e um aumento quantitativo da produção. Contudo era preciso desenvolver um ferramental econômico capaz de aferir com segurança a medida deste crescimento, uma vez que o crescimento rápido e sustentado da renda per capita era algo ignorado.

Schumpeter (1934)¹, citado em Pelaez e Szmrecsányi (2006) fundamenta-se no empirismo ao defender a tese de que a evolução do sistema capitalista está intimamente relacionada com a contínua inovação via tecnologias/produtos e destaca que a figura do empresário e das grandes empresas que possuem poder para determinarem preços e quantidades são a força motriz para o progresso tecnológico, pois dado o domínio do mercado, surgem enormes economias de escala de produção e retornos crescentes das despesas de marketing e promoção que permitem superar rivais de pequeno porte culminando no aparecimento de *mark-ups* e margens elevadas de lucros.

A obtenção de lucros extraordinários no longo prazo tende a gerar políticas benéficas, dinâmicas e eficientes derivadas da alocação de recursos (monetários e temporais) em pesquisas e desenvolvimento, com a finalidade de reduzir os custos e oferecer um portfólio de produtos com elevado grau de inovação, alavancando o bem estar material e social dos consumidores, gerando no curto prazo o crescimento de um setor e no médio e longo prazo o crescimento e desenvolvimento de uma economia.

Referencia-se a existência de uma corrente econômica que advoga contra a introdução de monopólios artificiais na economia, uma vez que a sociedade é penalizada com uma redução material e de bem estar, contudo como o processo de inovação envolve elevados riscos sendo um processo extremamente oneroso, os governos, vislumbrando a necessidade das empresas que investem em pesquisa e desenvolvimento de novos inventos se protegerem, criaram um sistema de proteção legal que tenta promover o respeito aos direitos relacionados à propriedade industrial. Dessa forma, lhes é proporcionado um período de retorno sobre os investimentos, reduzindo o risco intrínseco a este negócio.

O mais antigo acordo internacional em vigência é a Convenção da União de Paris para a Proteção da Propriedade Industrial (CUP). Este estabeleceu os requisitos mínimos que deveriam ser adotados pelos países signatários, o que permitiu concessão para não residentes, ou seja, residentes e não residentes teriam os mesmos direitos, independência de privilégios e prioridade unionista², ou seja, o país signatário deste acordo ao depositar o pedido de registro de patente em primeiro lugar teria a prioridade sobre depósitos efetivados pelos demais membros em outro país.

¹ Teoria do Desenvolvimento Econômico (*Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung*) foi publicado pela primeira vez em 1911, reeditado com algumas alterações em 1926 e traduzido para inglês em 1934. Nossas citações são baseadas no capítulo 5 (A Herança Schumpeteriana) do livro *Economia da Inovação Tecnológica*.

² CUP foi assinada em 1883 e além de estabelecer trato igual entre residentes e não residentes, merece destaque a prioridade unionista, isto é, o país membro onde foi efetuado o depósito, em primeiro lugar, o pedido tem prioridade sobre depósitos feitos em outros países. Nossas citações foram extraídas a partir do INPI.

De acordo com Jones (2000), nos anos 50 uma boa parte dos economistas (Abramovitz, 1956; Solow, 1956) atribuía o crescimento econômico à mudança tecnológica. Assim, Robert Solow em 1956³ para explicar fatos relacionados ao crescimento e desenvolvimento econômico construiu um modelo que aborda um mundo mais simples alicerçado em hipóteses, são elas:

- a) A Inexistência de comércio internacional;
- b) A Tecnologia sendo uma variável exógena;
- c) A Negligência da relação existente entre ideias e crescimento econômico.

Além disso, este modelo está baseado em torno de duas equações: a função de produção⁴ e a equação de acumulação de capital físico⁵. De forma generalizada, o moderno pensamento em relação ao crescimento econômico elaborado a partir do modelo de Solow (1956), citado em Jones (2000) focou na modelagem da acumulação de capital físico e humano, corroborando, na época, com a visão de grande parte dos economistas sobre as principais variáveis responsáveis pelo crescimento econômico.

Arrow (1962)⁶ elaborou um modelo em que a tecnologia era considerada uma variável endógena, ou seja, o progresso técnico é afetado pela aquisição de experiência mercadológica, uma vez que ela tende a elevar a produtividade.

Nesse caso, pressupõe-se que o aumento de produtividade é decorrente do investimento que cada empresa realiza em seu processo produtivo, uma vez que um aumento na acumulação de capital gera um novo conhecimento sobre a produção na economia como um todo, ou seja, a acumulação de conhecimento é um subproduto acidental de outras atividades econômicas⁷.

Como já referenciado, a questão do conhecimento como fonte agregadora de valor e geração de riqueza é algo de aceitabilidade no mundo acadêmico e pelo mercado, já que existe uma forte correlação entre ciência, tecnologia e crescimento econômico (ROSENBERG, 1990; PAVITT, 1991; KLEVORICK e colaboradores, 1997; NARIN e colaboradores, 1997; FREEMAN; SOETHE, 1997), entretanto a formalização da relação existente entre idéias e crescimento econômico ocorreu em meados dos anos 1980, cabendo a Paul Romer⁸ (1990) esta primazia.

O modelo de Romer (1990) fundamenta-se em três premissas de modo semelhante ao

³ O modelo de Solow referido é o trabalho *Contribution to the Theory of Economic Growth*.

⁴ Partindo do princípio da simplificação todos os insumos foram agrupados em duas categorias: capital e trabalho. Assim tem-se: $Y = A K^\alpha L^{1-\alpha}$. Essa função com um valor de $\frac{1}{4}$ para α ajusta-se de forma efetiva aos dados sem considerar progresso tecnológico (JONES, 2000).

⁵ A segunda equação fundamental do modelo de Solow descreve o processo de acumulação de capital em uma economia fechada. Assim tem-se: $\dot{K} = sY - (n + \delta)K$. O investimento por trabalhador, sy , aumenta k e a depreciação por trabalhador, dk , reduz k (JONES, 2000).

⁶ Arrow (1962) modelo de crescimento endógeno Learning by Doing.

⁷ =

⁸ Romer (1990) Endogenous Technological Change

modelo de Solow (1956) - vislumbra que o progresso tecnológico, derivado de melhores instruções e práticas na utilização de insumos produtivos motiva a acumulação de capitais, propulsionando desta forma o crescimento econômico de um setor, de uma região ou país em função direta de mudanças tecnológicas.

Romer (1990) tem uma visão divergente de Solow (1956), porque defende a tese de que as empresas, por estarem inseridas e realizando um intercâmbio de informações com o mercado, atuam de maneira proativa ou reativa, assim a tecnologia passa a ser uma variável endógena, uma vez que o progresso tecnológico decorre de forma intencional e planejada em relação às necessidades do mercado.

A contribuição mais importante decorre do fato de que o progresso tecnológico proporcionado por melhores instruções e práticas na utilização de recursos produtivos envolve um processo criativo contínuo e que necessita de investimentos em novas idéias.

Na fase contemporânea, como já referenciado o conhecimento científico e tecnológico são propulsores do crescimento e desenvolvimento econômico, desta forma a proteção intelectual, mais particularmente a proteção industrial é uma tentativa de fornecer segurança aos inventores ou inovadores, garantindo que sua invenção será privada, pelo menos durante um determinado período de tempo, necessário a obter retorno sobre seus investimentos, promovendo um melhor funcionamento da economia dado valorização dos intangíveis.

O valor da propriedade industrial é obtido pelos retornos proporcionados por ela derivados de sua exploração comercial. A exploração comercial por sua vez é determinada pelo ambiente empresarial e pelas estratégias adotadas para viabilizar a comercialização do bem ou produto em questão.

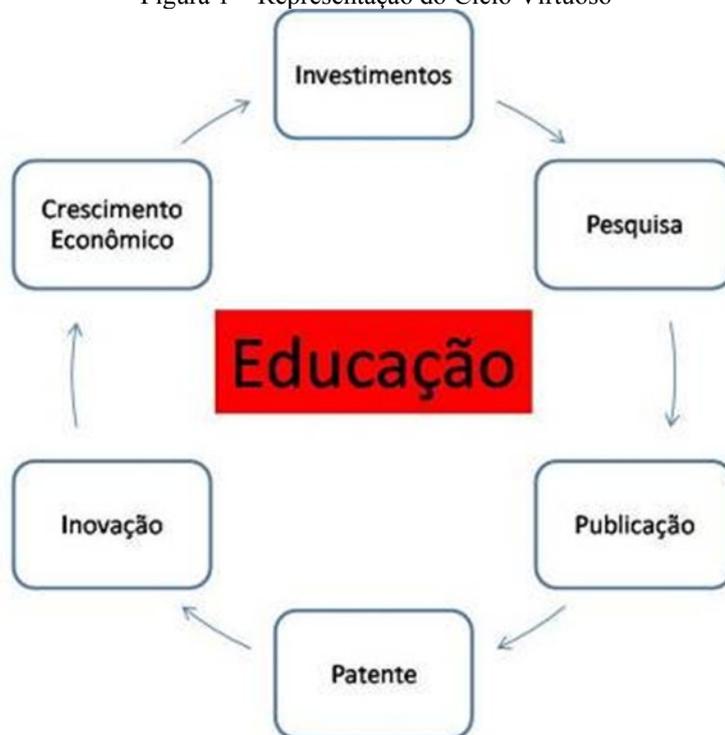
Há muitas razões para a realização da valoração da propriedade intelectual, além do cumprimento contábil destacamos a clara necessidade de avaliar o desempenho da organização advindo de transações envolvendo esses bens, se os investimentos atuais proporcionaram retornos cabíveis e vantagens comerciais (fusões e aquisições, na obtenção de financiamentos, licenciamentos e vendas).

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo aplicar uma avaliação em, pelo menos, um pedido de patente ainda não avaliado, para isso utilizar-se-á a Teoria das Opções Reais (TOR) na avaliação de um ativo real, mais especificamente em uma patente que tem a capacidade de diagnosticar a Dengue de forma mais efetiva. A TOR por levar em consideração as flexibilidades operacionais e gerenciais será considerada como uma alternativa teórica mais confiável quando comparada as técnicas mais tradicionais como o Valor Presente Líquido (VPL).

1. Ciclo virtuoso proporcionado pelas patentes

O ciclo virtuoso está associado com a patente concedida pelo Estado ao inventor para explorar com exclusividade seu invento, dando a esse o direito de compelir qualquer ação imprópria e desleal de seus rivais. Assim, em um primeiro momento, a geração de lucros extraordinários levará ao beneficiamento de um setor específico, mas no longo prazo teremos um ganho a nível macro. A Figura 1 abaixo mostra o esquema representativo do ciclo virtuoso.

Figura 1 – Representação do Ciclo Virtuoso



Fonte: Elaboração própria

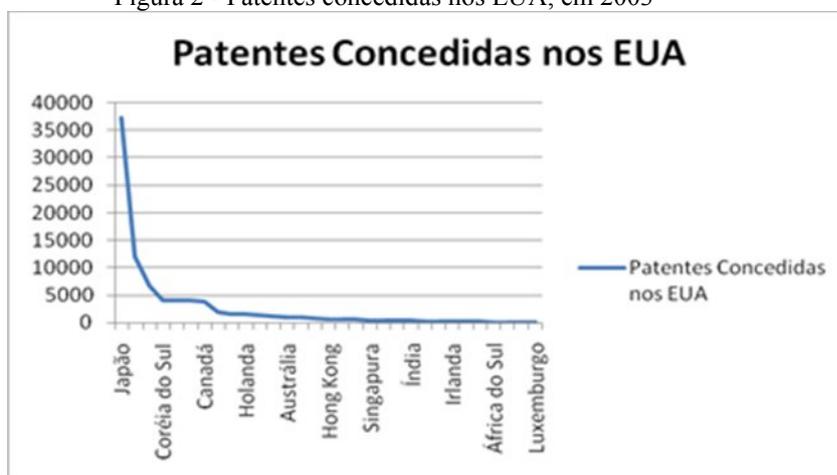
A geração de um ciclo virtuoso está intimamente relacionada a investimentos em capital humano, físico e melhorias das instituições que tenderão a gerar um ambiente favorável à realização de pesquisas básicas, que por sua vez, levarão a um produto final que será publicado, contudo concomitantemente a esta fase deveria haver o pedido de registro da patente.

A patente permite que o invento seja consolidado em novos produtos, novas formas de produzir e comercializar, conduzindo a um retorno sobre o investimento realizado em pesquisa e desenvolvimento, evitando que o conhecimento fique restrito às ICT's – Instituição Científica e Tecnológica da administração Pública, tendendo desta forma a gerar um ciclo inovador contínuo alicerçado no conhecimento científico e tecnológico que são propulsores do crescimento e desenvolvimento econômico.

Embora a informação configure-se como um bem público, nem sempre a disponibilização pública de um conhecimento é a maneira mais responsável de proteger o interesse público. A Figura 2, apresenta o número de patentes concedidas nos EUA, em 2003, enfatiza-se que a escassa exploração relacionada à propriedade industrial é característica de países emergentes, esse fator

contribui para que organizações (de países desenvolvidos) se apropriem livremente do conhecimento produzido em países em desenvolvimento, aumentando a discrepância social e econômica entre economias desenvolvidas e em fases de desenvolvimento.

Figura 2 - Patentes concedidas nos EUA, em 2003



Fonte: INPI

A incerteza intrínseca ao progresso tecnológico e a necessidade de investimentos cada vez mais elevados, para geração e propagação da inovação, têm feito com que instituições públicas, privadas e inventores independentes busquem utilizar metodologias para valorar de forma efetiva a viabilidade econômica e financeira destes investimentos.

Há uma gama de metodologias destinadas a valorar a propriedade intelectual, entretanto a nível global falta um consenso sobre qual o método que consegue apurar o valor de forma mais segura. Além disso, esta análise econômica e financeira envolve um elevado grau de ceticismo oriundo desta dúvida.

No Brasil, a Lei nº 11.638/07 e a Medida Provisória nº 449/08 promoveram uma alteração na legislação societária brasileira, especificando que o ativo intangível deve figurar no Balanço Patrimonial como um subgrupo do ativo permanente, apenas e somente se sua valoração for confiável e segura, se for provável os benefícios gerados por este ativo em prol da empresa e se a partir dos critérios supracitados for identificável e separável do patrimônio líquido da entidade.

Além do cumprimento contábil a valoração desse ativo permite o estreitamento dos laços comerciais entre corporações e universidades, uma vez que ela os subsidiará ao menos em instantes preliminares de rodadas de negociações, pois fornecerá o valor tanto para quem quer vender (Universidades) quanto para quem deseja a compra (Empresas) ocasionando na continuidade do ciclo virtuoso.

Dando continuidade a essa linha expositiva na próxima seção, explanar-se-á sobre o mercado de diagnóstico da Dengue, já que a patente valorada é um nano composto que dentre suas aplicações apresenta uma maior efetividade para diagnosticar esta enfermidade quando comparada a

Sorologia que é a atual tecnologia empregada para tal fim.

2. O mercado de diagnóstico da Dengue

Na década de 50 a FHD – Febre Hemorrágica da Dengue⁹ foi descrita na Tailândia e Filipinas, nos anos 60 intensificou-se nas Américas e em 1963 tivemos a circulação de sorotipos 2 e 3 em vários países. A primeira epidemia de FHD nas Américas ocorreu em Cuba em 1981.

No Brasil entre os anos de 1981-1982 tivemos sorotipos 1 e 4 em Boa Vista (RO) e uma expansão para o Rio de Janeiro e Nordeste em 1986.

A Dengue é um problema de saúde pública mundial constitui-se de uma doença febril aguda causada pelo vírus da Dengue sorotipos 1,2,3 e 4¹⁰. Seu agente transmissor é a picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti*. É a mais importante arbovirose¹¹ que afeta o homem, em termos de morbidade e mortalidade, há cerca de 100 milhões de novas infecções a cada ano em habitantes de 61 países de clima tropical. Os casos de DH – Dengue Hemorrágica ficam em um patamar de 250 a 500 mil a cada ano com uma taxa de mortalidade de 5% a.a. A Figura 3 abaixo apresenta a distribuição mundial da Dengue especificamente no ano de 2000.

Figura 3 – Distribuição mundial da Dengue



Fonte: OMS

Os casos epidêmicos são mais perceptíveis nos grandes centros urbanos e o mais preocupante é a tendência de crescimento da FHD que de certa forma indica que as políticas

⁹ Febre Hemorrágica da Dengue configura-se como um quadro clínico mais grave da Dengue, uma vez que apresenta sinais de insuficiência respiratória e choque, podendo levar à morte em até 24 horas.

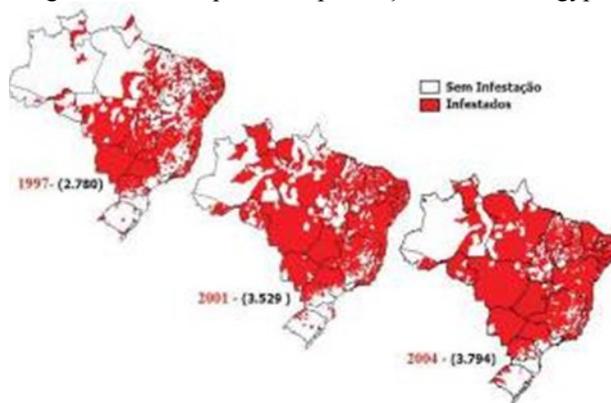
¹⁰ Cada sorotipo proporciona imunidade permanente específica e imunidade cruzada no curto prazo. Todos os sorotipos podem causar doença severa e fatal. Algumas variantes genéticas, dentro de cada sorotipo, parecem ser mais virulentas ou ter maior potencial epidêmico.

¹¹ Doença transmissível por inseto.

implantadas para combate são custosas e ineficientes.

Segundo a OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde¹², em 2085 cerca de 65% da população mundial habitará em regiões com elevada propensão ao risco desta doença e as alterações climáticas ocasionadas pela destruição ambiental serão propulsores desta enfermidade. No Brasil a proliferação do vírus nos municípios nos anos de 1997 a 2004 mostrou a capacidade real desta doença em expandir-se de forma abrupta.

Figura 4 - Municípios com presença do *Aedes Aegypti*, Brasil - 1997, 2001 e 2004



Fonte: Secretaria de Vigilância e Saúde

Em termos de testes laboratoriais o mais convencional é o hemograma que apresenta como resultado a hemoconcentração e a diminuição de plaquetas. Popularmente, usa-se a “prova do laço” que se fundamenta em inflar o manguito do tensiômetro na pressão média por cinco minutos para evidenciar as petéquias (20 ou mais petéquias em 6 cm é um forte indício de dengue).

O teste mais utilizado para diagnóstico específico é o MAC-ELISA com 99% de sensibilidade e 96% especificidade, identificando o anticorpo IGM Viral, que começa a positivar no sexto dia da doença tendo uma confirmação tardia da Dengue ficando na prática o diagnóstico feito principalmente com fins epidemiológicos.

A patente a ser valorada tem a capacidade de detecção precoce da dengue em relação aos exames mais utilizados para diagnóstico específico caracterizando como um instrumento mais efetivo e menos oneroso para os Governos, pois logo que for realizado o hemograma utilizar-se-á o nano composto para reagir com o sangue e se este apresentar uma coloração fluorescente fica diagnosticado que o indivíduo está com a doença.

A comercialização deste novo invento está intimamente associada a sua valoração. A metodologia utilizada na valoração da patente mencionada no presente artigo é a Teoria das Opções

¹² Dados evidenciam uma tendência de crescimento desta arbovirose e alertam principalmente para um aumento abrupto da FHD a nível mundial.

Reais (TOR). Ressalta-se que a opção em valorar um ativo real como se fosse um ativo financeiro utilizado a TOR decorre do fato desta metodologia ter sido desenvolvida fundamentada na Teoria das Opções Financeiras.

3. Valoração

De acordo com Lord Kelvin (1824-1907) “Quando você consegue realizar uma mensuração de um bem e exprimi-la em números, você sabe algo sobre isso, mas quando você não consegue a medida expressa em termos de valores, então seu conhecimento é miserável e insatisfatório”

A valoração é uma questão tocante no mundo dos negócios e há muitas razões para a realização da avaliação econômico-financeira da propriedade industrial. Além do cumprimento contábil destaca-se a necessidade de avaliar o desempenho da organização advindo de transações envolvendo os bens, deve-se questionar também se os investimentos proporcionam retornos cabíveis e vantagens comerciais (fusões e aquisições, na obtenção de financiamentos, licenciamentos e vendas) para as organizações.

Destaca-se que o valor da propriedade industrial é obtido através dos retornos proporcionados pela mesma, derivado de sua exploração comercial. Esta última, por sua vez, é determinada pelo ambiente empresarial e pelas estratégias adotadas para viabilizar a comercialização do bem ou produto em questão.

Embora estejamos em uma era onde gradativamente as informações são disponíveis por diversos canais de comunicação, a valoração da propriedade industrial dependerá de muitos fatores, incluindo métodos, procedimentos e a localização de dados constituindo desta maneira uma tarefa desafiadora.

No processo de valoração muitos métodos podem ser empregados, devendo estes considerar o propósito da avaliação e as características próprias do empreendimento (Martins, 2001). Segundo o mesmo autor, estes métodos podem ser classificados conforme segue:

- a) Técnicas comparativas de mercado;
- b) Técnicas baseadas em ativos e passivos contábeis ajustados;
- c) Técnicas baseadas no desconto de fluxos futuros de benefícios.

O primeiro procura auferir o valor adotando a comparação de similares no mercado, tendo como exemplo a metodologia de múltiplos para avaliação de empresas.

O segundo item refere-se a modelos baseados em ativos e passivos ajustados com base na conversão para o valor de mercado dos itens abrangidos nas demonstrações contábeis.

No último item, uma das metodologias abrangidas é o fluxo de caixa descontado. Este método baseia-se na premissa de que o valor da entidade deve ser auferido com base em sua

potencialidade de geração de riqueza (Martins, 2001).

Na década de 1950, em detrimento ao *payback*¹³ houve o surgimento do método do fluxo de caixa descontado como uma alternativa mais arrojada para avaliação de projetos.

Na época este método enfrentou muitas dificuldades para sua aceitação, haja vista que efetivamente para se determinar o valor presente líquido (VPL) era preciso contemplar o projeto em toda a sua magnitude, elaborando tabelas que abrangessem toda a vida útil e com todos os valores correspondentes deste.

Foram necessárias duas décadas para aceitação plena deste método (Schall, 1978). Para Copeland e Antikarov (2003, p. 57) em relação à utilização do método do FCD “esta taxa de adoção foi influenciada pelo surgimento das calculadoras de bolso e dos microcomputadores”.

O motivo relacionado ao sucesso da utilização deste método está intimamente associado com a não existência de métodos alternativos para tal fim. Ressaltam-se as limitações recorrentes deste método por não capturar as flexibilidades gerenciais considerando apenas a possibilidade de investimento ou não investimento e por trabalhar basicamente com uma única taxa de desconto.

A valoração derivada do uso deste método consiste em projetar um cenário que busca retratar realisticamente as expectativas futuras. Os resultados futuros projetados serão trazidos a valor presente pela taxa de desconto, obtendo-se o valor justo.

O valor do fluxo de caixa descontado pode ser obtido pela aplicação da seguinte fórmula:

$$FCD = \sum \frac{FC_t}{(1+r)^t} - \frac{C_0}{(1+r)^0} \quad (1)$$

A taxa de desconto¹⁴ é utilizada para trazer para valor presente o fluxo de caixa operacional do negócio correspondendo ao Custo Médio Ponderado de Capital do Negócio (Weighted Average Cost of Capital - WACC)¹⁵.

O WACC foi desenvolvido e difundido por Modigliani e Miller (1958, 1963) e reflete o custo de oportunidade dos provedores de capital, ponderado pela estrutura de capital do negócio, ou seja, representa a taxa mínima de atratividade que recomenda a remuneração mínima exigida na alocação de capital com a finalidade de maximizar seu valor de mercado.

Enfatiza-se que há uma distinção entre o WACC da empresa, pois esse é empregado em uma análise macro do projeto, ou seja, contempla-o em sua totalidade e o custo do capital do projeto que tende a apresentar níveis distintos de riscos e outras alternativas de captação.

O valor residual expressa o valor do negócio após o período projetivo. O método mais usual para o cálculo do valor residual é o método da perpetuidade, no qual calcula-se o valor residual

¹³ O prazo de retorno do investimento hoje é uma ferramenta de apoio para outros métodos de avaliação.

¹⁴ O VPL considera a taxa de desconto constante ao longo de toda a vida do projeto.

¹⁵ O WACC é obtido pelo critério da média ponderada pela seguinte expressão: $WACC = \sum$

como sendo o valor presente de um fluxo de caixa considerado padrão, perpétuo após o último ano de projeção.

Segundo Amran e Kulatilaka (2000, p. 12), “numa era anterior, a maioria das decisões de investimentos corporativos era feita usando a análise do fluxo de caixa descontado”. Para os autores “os analistas tinham um razoável grau de confiança em suas previsões para o futuro e, mais do que isto, eles podiam operar com um certo grau de segurança, pois, uma vez que o projeto fosse aceito, a empresa iria tentar fazer com que tudo ocorresse de acordo com o planejado”. Os autores continuam dizendo que “isto não significa que o mundo estava sem incertezas, de outra forma, a maioria dos mercados era estável e previsível e havia rara necessidade para uma mudança repentina na estratégia da corporação. Quando os riscos em um projeto eram maiores do que aqueles incorridos no curso normal do negócio, a prática mais comum era elevar a taxa de desconto”.

No começo da década de oitenta surgiram vários artigos atacando o uso estático do Fluxo de Caixa Descontado (FCD) e suas variantes. Mechlin e Berg (1980) observaram que algumas pessoas ligadas a P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) referiam-se ao ROI (Retorno sobre o investimento) como significando na verdade Restrição à Inovação, pois o risco envolvido em investimentos relacionados em P&D não é dirimido, pois este método não consegue capturar as flexibilidades gerenciais e oportunidades de crescimento existentes no negócio.

Kaplan (1986) usou um exemplo de investimentos em CIM (Computer Integrated Manufacturing) para observar que o método do FCD falha em captar o valor dos benefícios intangíveis com maior flexibilidade e curva de aprendizagem mais rápida.

As críticas à utilização dos métodos tradicionais na avaliação dos intangíveis não se restringiram somente a década de oitenta. Na década seguinte, outros trabalhos abordaram o assunto como o de Lint e Pennings (1998, p. 282), dizendo inclusive que “o método de fluxo de caixa descontado (FCD) para tomada de decisões em investimentos em projetos de P&D não podem captar corretamente o valor da opção”.

Segundo os autores supracitados, uma vez que as incertezas do mercado e tecnológicas mudam as expectativas com relação à viabilidade de novos produtos, o valor dos projetos é frequentemente ajustado durante os estágios de P&D. A captação dos ajustes das expectativas tem uma opção valorosa que pode diferir significativamente do Valor Presente Líquido para projetos de P&D. Logo abaixo serão apresentado métodos baseados no Fluxo de Caixa Descontado e que não conseguem capturar as flexibilidades gerenciais nem as oportunidades de crescimento inerentes a qualquer negócios:

- Valor Presente Líquido (VPL) - de acordo com Silva et al. (2005), é a diferença entre o valor presente das receitas e o valor presente dos custos. Para obtenção do seu valor, é adotada a seguinte expressão:

$$= \sum (1 +) - \sum (1 +) \quad (2)$$

- Taxa Interna de Retorno (TIR) – como relata Silva et al. (2005), é a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL a zero. Além disso, a TIR pode também ser entendida como a taxa percentual do retorno do capital investido. Sua fórmula é dada por:

$$\sum (1 +) - \sum (1 +) \quad (3)$$

- Razão Benefício/Custo (B/C) – esse critério estabelece a relação entre o valor atual das receitas e o valor atual dos custos. O cálculo dessa razão é feito por meio da seguinte fórmula:

$$/ = \frac{\sum ()}{\sum ()} \quad (4)$$

Na tentativa de incorporar as flexibilidades gerenciais e as incertezas à análise de investimentos destacam-se:

- Análise pela Sensibilidade dos Parâmetros - tem por finalidade estabelecer o impacto de alteração de alguns parâmetros nos resultados de uma empresa ou portfólio. Geralmente, a análise de sensibilidade passa pela construção de um modelo da realidade que estamos a simular com as relações entre os parâmetros, as variáveis e resultados de um sistema, logo em seguida é possível variar os parâmetros cujo efeito se quer determinar e observar os resultados do modelo;
- Árvore de decisão (AAD) – é uma maneira gráfica de visualizar as consequências de decisões atuais e futuras bem como os eventos aleatórios relacionados. Ela permite a concepção e o controle de um bom número de problemas de investimentos sujeitos a riscos.

Para Copeland e Antikarov (2003, p. 92) a primeira impressão causada pela análise do método da Árvore de Decisão parece ser positiva, entretanto como ele é uma remodelação do FCD, o uso de uma única taxa de desconto constante ao longo de toda árvore, ocasiona respostas erradas, pois, “o risco do fluxo de caixa varia conforme nova localização na árvore de decisão”.

3.1 Modelo Binomial

A árvore binomial foi desenvolvida por Cox, Ross e Rubinstein em 1979 e tinha como

propósito tornar mais didático e acessível a um público maior o estudo de opções. A distribuição de probabilidades do ativo em cada período, suposta log-normal, foi aproximada por uma distribuição binomial.

Assim, em cada período o preço do ativo pode mudar para somente dois valores possíveis representando os diferentes caminhos que a opção pode seguir ao longo de sua vida.

O retorno esperado será fornecido pela taxa de juros livre de risco. Assim, o valor médio será no fim do intervalo de tempo δ é S_1 , onde S é o preço do ativo no começo do intervalo de tempo. Então para chegar ao valor de S_1 usa-se a equação a seguir:

$$S_1 = pSu + (1 - p)SD \quad (5)$$

Já o valor esperado do ativo será fornecido por:

$$\sigma \delta T = pu + (1 - p)d - [pu + (1 - p)d] \quad (6)$$

A construção da árvore parte de um valor inicial V , gerando dois preços possíveis (uV e dV), no segundo período, três preços possíveis (u^2V , udV e d^2V) e assim por diante até que a vida útil seja atingida. Os parâmetros u , d e p são dados pelas equações a seguir:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\delta t}} \quad (7)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\delta t}} \quad (8)$$

$$p = \frac{e^{r\delta t} - d}{u - d} \quad (9)$$

Ressalta-se que o modelo binomial está fortemente embasado na distribuição binomial, ou seja, refere-se à probabilidade de se obter x sucessos a partir de n tentativas Bernoulli (p se verdadeiro e $1-p$ se falso), dado que p tem distribuição de probabilidade definida a função de probabilidade será:

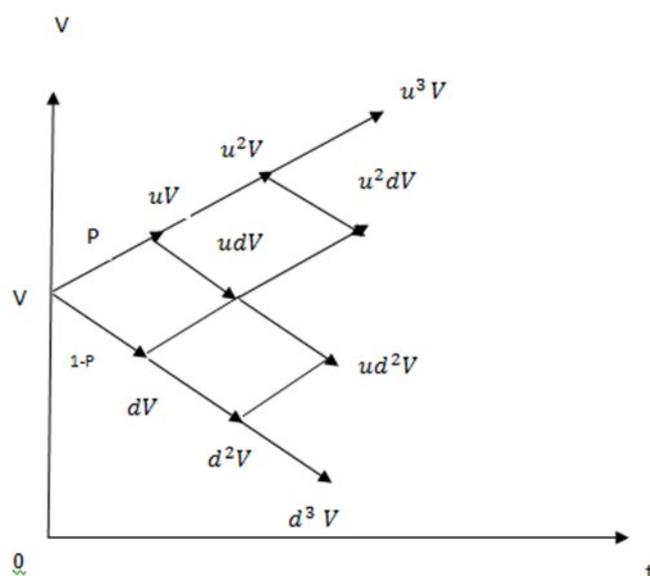
$$P(X=x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \quad (10)$$

e a função distribuição será:

$$F(x) = P(X \leq x) = \sum_{k=0}^x \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} \quad (11)$$

Apresenta-se seguir uma árvore binomial para representar o comportamento de um ativo.

Figura 5 – Representação do Modelo Binomial



Fonte: Damodaran, 2006

3.2 Modelo de Black-Scholes

No primeiro triênio da década de 1970, Fischer Black, Myron Scholes e Robert Merton desenvolveram um método que abordava a precificação das opções e vislumbrava em uma resolução clara e objetiva a determinação do preço de equilíbrio de uma opção de compra.

O modelo de Black-Scholes determinou basicamente um padrão a ser adotado por analistas e operadores para apreçarem e realizarem hedge¹⁶ com opções. O reconhecimento do valor deste modelo veio em 1997, com o Prêmio Nobel concedido a Myron Scholes e Robert Merton.

Para entendermos suas limitações apresentaremos as sete hipóteses que fundamentam este modelo:

- a) O modelo foi projetado para uma opção europeia, ou seja, a opção só pode ser exercida no vencimento;
- b) Supõe que a taxa de juros seja constante;
- c) A opção está alicerçada em um único ativo subjacente - as opções compostas estão excluídas;
- d) O ativo subjacente não paga dividendos;
- e) O preço de mercado corrente e o processo estocástico seguido pelo ativo subjacente são observáveis;
- f) A variância do retorno sobre o ativo subjacente é constante ao longo do tempo; e
- g) O preço de exercício é conhecido e constante.

¹⁶ Instrumento que visa fornecer proteção a operações financeiras contra risco de grandes oscilações de preço de um determinado ativo.

Assim tem-se:

$$C = S_0 N(d_1) - X e^{-R_f T} N(d_2) \quad (12)$$

Onde:

S_0 – Preço do ativo subjacente;

$N(d_1)$ – Probabilidade normal acumulada de uma unidade normal da variável d_1 ;

$N(d_2)$ – Probabilidade normal acumulada de uma unidade normal da variável d_2 ;

X – Preço de exercício;

T – Prazo de vencimento;

R_f – Taxa livre de risco;

e – Base de logaritmos naturais, constante = 2,71828...

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} + \sigma\sqrt{T} \quad (13)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (14)$$

Como o desvio-padrão das variações percentuais do preço da opção é obtido por:

$$\sigma\sqrt{\delta T} \quad (15)$$

A pressuposição do modelo de Black-Scholes é:

$$\delta S \sim \Phi(\mu \delta T, \sigma\sqrt{\delta T}) \quad (16)$$

Onde:

δS – É a variação ocorrida no preço da opção;

δT – É o prazo em que foi promovida esta alteração; e

$\Phi(m,s)$ – Representa a distribuição normal com média m e desvio-padrão s .

A pressuposição do modelo implica que $\ln S_T$ é tem seu logaritmo normalmente distribuído, onde S_T é o preço da ação na data futura T . Desta maneira configura-se o seguinte resultado:

$$\ln S_T \sim \Phi\left(\ln S_0 + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T, \sigma\sqrt{T}\right) \quad (17)$$

O valor médio de S_T será fornecido por:

$$E(S_T) = S_0 e^{\mu T} \quad (18)$$

A variância de S_T será representada por:

$$\text{var}(S_T) = S_0^2 e^{2\mu T} (e^{\sigma^2 T} - 1) \quad (19)$$

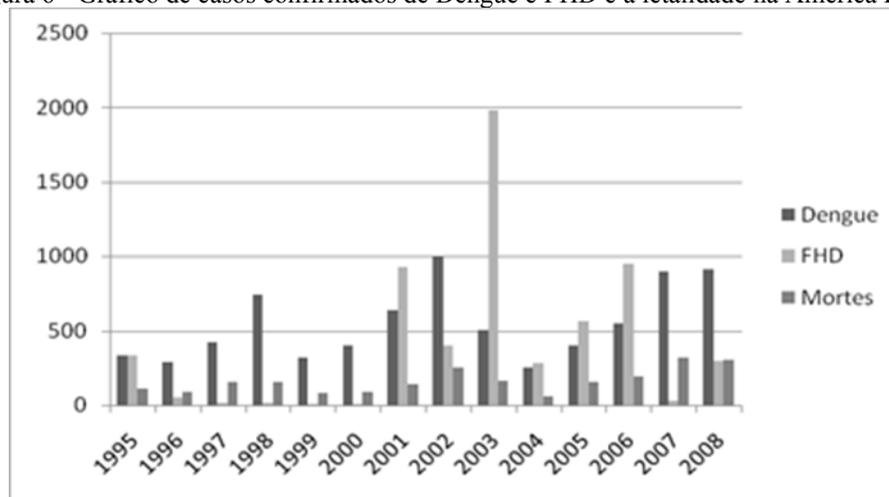
Na próxima sessão será promovida uma evidência empírica da valoração de uma patente, mais especificamente do nano composto utilizado para diagnosticar a Dengue de forma mais efetiva. Ressalta-se que os resultados apresentados foram derivados da utilização da Teoria das Opções Reais em detrimento ao Fluxo de Caixa Descontado.

4. Determinação do valor da patente

Dado a complexidade envolvida na valoração de uma patente este processo foi dividido em etapas que foram realizadas em planilhas de cálculo do Excel, do pacote MS Office e constam nos anexos.

A primeira fase consistiu em coletar no banco de dados da Organização Pan-Americana de Saúde informações referentes ao número de casos confirmados de Dengue, FHD (Febre da Dengue Hemorrágica) e os casos de morte ocorridos entre 1995 a 2008. A Figura 6 abaixo apresenta os casos confirmados de Dengue e FHD e a letalidade na América Latina de 1995-2008.

Figura 6 - Gráfico de casos confirmados de Dengue e FHD e a letalidade na América Latina



Fonte: A partir de OPAS

Logo em seguida foi obtido junto à Secretaria de Saúde do Estado de Pernambuco o valor pago pelo SUS em uma sorologia e, fundamentado no modelo binomial, foi feita uma árvore de decisão para evidenciarem-se os efeitos sobre o preço e custos ao longo do prazo de vigência da patente, conforme as respectivas equações:

$$u = \sigma\sqrt{dt} \quad (7)$$

$$d = - \quad (8)$$

$$p = \frac{e^{rt} - d}{u - d} \quad (9)$$

Após a obtenção dos possíveis preços e custos apresentados pelo modelo binomial, conforme anexo 1, calculou-se a média de cada período e tomou-se como premissa que está seria o

valor realista, cenário moderado, por conseguinte foi calculado o desvio padrão através da equação (20):

$$= \sqrt{\sum (\quad - \quad)} \quad (20)$$

O resultado possibilitou também a projeção de forma clara dos cenários otimistas e pessimistas dos preços e custos referentes ao período de vigência da patente, ou seja, vinte anos, contudo para dar continuidade ao trabalho foi preciso encontrar a distribuição de probabilidades do número de casos de Dengue e FHD para projetar a demanda pelo novo invento.

Realizou-se uma busca no banco de dados da OPAS e fundamentado no número de casos confirmados de Dengue e FHD no período de 1995-2008, foi calculado a média, o desvio padrão, o mínimo e o máximo o que possibilitou a obtenção da faixa ou distribuição destes casos. A Tabela 1 abaixo mostra a distribuição de probabilidade para demanda pelo novo invento.

Tabela 1 – Distribuição de probabilidades para demanda pelo novo invento

BLOCO	Frequência	Acumulado	Probabilidade
575.000	5	5,00	0,36
850.000	2	7,00	0,50
1.125.000	1	8,00	0,57
1.400.000	1	9,00	0,64
1.675.000	3	12	0,86
1.950.000	0	12	0,86
2.225.000	1	13	0,93
2.500.000	1	14	1,00

Fonte: Elaboração própria

Segundo Freitas (2002, p. 59) as doenças – exceto causas externas e lesões por envenenamento – classificadas com base no CID – Código Internacional de Doenças, estão normalmente distribuídas, ou seja, possuem distribuição de probabilidade gaussiana.

Em seguida, dado o total de sete faixas contempladas pela distribuição encontrada, utilizou-se a função geração de números aleatórios e foi realizado 14000 simulações para demanda, preços, receitas e royalties da patente contemplando os cenários otimistas, realistas e pessimistas.

Para o cálculo da taxa de desconto a ser utilizada sobre os fluxos projetados utilizou-se a equação (21):

$$K = R + \beta * (R - R) + \text{Risco Brasil} \quad (21)$$

Onde:

Rf – Taxa livre de risco

β – Beta (1,04);

Rm – A média dos últimos 30 anos do Dow Jones;

Risco Brasil – O valor de 2,85% (Mar/2009)

Entretanto, um pré-requisito para calcular a equação (21) foi o cálculo de seus componentes. A taxa livre de risco utilizada foi o treasury bonds (o bônus de 10 anos) com o respectivo valor de 0,70% a.a. (Mar/2009) obtida através de pesquisa realizada no site do Tesouro Americano (www.treasury.gov), uma vez que a valoração com o intuito de facilitar a comercialização da patente foi realizada com base na moeda americana, em virtude da estabilidade geralmente verificada na conjuntura do mercado de referência.

O retorno de mercado foi à média dos últimos 30 anos, $= -\sum$, onde, representa o índice Dow Jones com o valor de 4,22% a.a. Optou-se por este índice por ele ser mais largamente publicado e discutido, além de ser um dos principais indicadores das oscilações do mercado americano.

O risco Brasil¹⁷ é um indicador que referencia o grau de volatilidade econômica de um país desta forma demonstra para investidores estrangeiros às incertezas, riscos e instabilidades de se alocar recursos em um determinado país.

O risco país é mensurado por agências de classificação de risco e bancos de investimentos que realizam análise sobre a rentabilidade da dívida de um determinado país, sobretudo o valor da taxa de juros com o qual o país pretende recompensar os investidores de títulos da dívida pública. O risco país utilizado foi de 2,85% (Mar/2009) e este foi obtido após visita à agência do UBS Pactual em Recife.

O Beta¹⁸ encontrado foi de 1,04, significando que o ativo possui oscilações superiores a do mercado ($1,04 > 1$), contudo não muito sensível. Ressalta-se que como o beta mensura a relação entre o retorno de um ativo e o retorno de mercado, dado a inexistência de uma série histórica na Secretaria de Saúde (FUSAM) relacionada ao valor pago pelo Governo em um exame de sorologia, foi inviável o cálculo desta variável. Assim para viabilizar a valoração foi consultado o site de Damodaran (www.damodaran.com) e obtido o valor do beta para medicamentos de uma forma generalizada e esse resultado foi considerado como uma premissa.

Para chegar ao valor presente líquido utilizou-se a taxa de desconto de 4,11% a.a. obtida através do cálculo do custo de utilização do capital próprio, uma vez que os recursos obtidos junto a uma instituição fomentadora de pesquisas (CNPQ, CAPES E FINEP) não compõem dívidas junto a

¹⁷ Embi + Brasil, reflete o comportamento dos títulos da dívida externa brasileira. O indicador mensura o excedente que se paga em relação à rentabilidade garantida pelo bônus do governo norte-americano, ou seja, para cada 100 pontos expressos pelo risco Brasil, os títulos do país pagam uma sobretaxa de 1% sobre os papéis dos EUA.

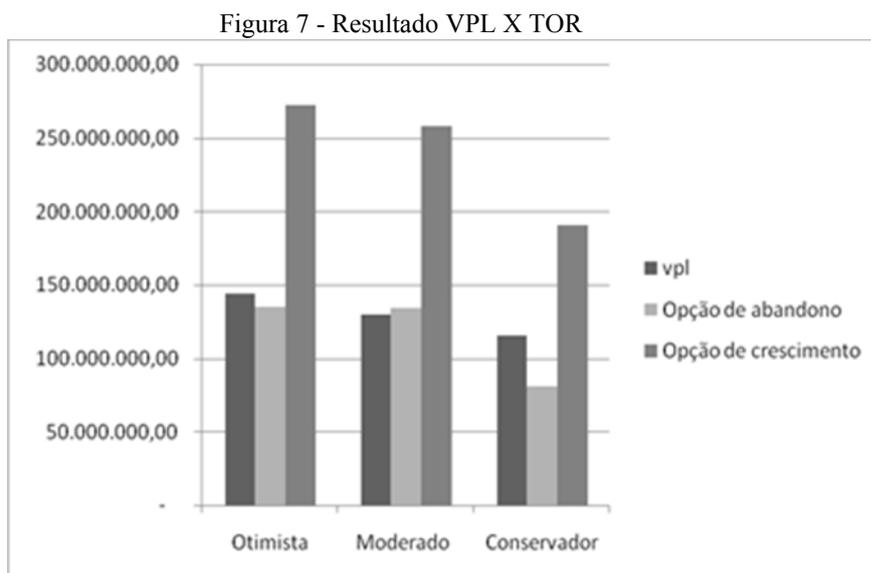
¹⁸ Para prognóstico do beta utiliza-se a equação: $\beta = \frac{\sigma(\text{ativo})}{\sigma(\text{mercado})}$

terceiros e nem tão pouco apresentam custos implícitos para concessão dos recursos aos pesquisadores. Desta forma, não foi preciso realizar o cálculo do custo médio ponderado de capital.

Logo em seguida, utilizou-se a taxa de desconto sobre os fluxos projetados o que proporcionou o valor presente líquido da patente que foi de US\$ 157,41 milhões (anexo 2). Para mensurar o valor das flexibilidades gerenciais foi promovida a expansão do VPL¹⁹.

Como todo o trabalho foi realizado fundamentado em simulações de cenários otimistas, moderados e conservadores, por conseguinte, utilizou-se o modelo de Black e Scholes para calcular o valor de 300 (trezentas) opções de abandono e de crescimento, ou seja, 100 (cem) opções para cada cenário, conforme anexo 2.

Desta forma, para uma opção de abandono tem-se o valor de US\$ 272,18 milhões, ou seja, a utilização da Teoria das Opções Reais (TOR) por permitir evidenciar valores intrínsecos ao ativo valorado, ou seja, os valores das flexibilidades gerenciais e das opções de crescimento apresentou um valor 73% superior ao do valor encontrado pelo emprego do Valor Presente Líquido (VPL). A Figura 7 abaixo mostra a diferença entre os resultados apresentados pelo VPL e TOR, contemplando opções de abandono e crescimento nos cenários otimista, moderado e conservador.



Fonte: Elaboração própria

5. Conclusão

Com a mudança do panorama mundial para a tomada de decisão de investimentos, onde a incerteza impera em quase todos os mercados, a utilização das técnicas tradicionais não tem sido suficiente para captar estas características, o que pode muitas vezes conduzir a erros graves, conforme ressaltam Dixit e Pindyck (1994).

¹⁹A expansão do VPL é obtida pela aplicação da equação: $VPL + Valor = VPL$

Dentre a gama de metodologias existentes para valorar a propriedade industrial, mais especificamente uma patente, a Teoria das Opções Reais (TOR) é um método que se aproxima de forma mais concreta da realidade, pois contempla um maior grau de confiabilidade à medida que apresenta a capacidade de mensurar o valor das flexibilidades gerenciais existentes no negócio e as oportunidades de crescimento em todo o processo.

Ainda que a literatura relate a superioridade da TOR em relação aos métodos mais tradicionais – Fluxo de caixa descontado, TIR e Benefício/custo – esta deve ser vista como uma ferramenta adicional no processo de tomada de decisão, sendo considerada uma extensão das técnicas mais tradicionais, onde necessariamente estejam sendo realizadas tentativas para determinar de forma mais acurada os resultados possíveis.

A maior dificuldade para utilização da TOR está intimamente associada à falta de um consenso global, uma vez que a inexistência de um modelo padronizado e que seja aplicado a toda e quaisquer análises de investimentos torna este método mais trabalhoso que as metodologias mais tradicionais, mesmo estes apresentando a capacidade de subavaliar projetos que contemplem opções significativas.

Além disto, o conceito de opções reais é incipiente, esta em fase de difusão e estabilização, uma vez que a primeira aplicação foi a cerca de trinta anos, assim a determinação do valor derivado do uso da TOR tem seus limites e devem ser considerados ao se tomar uma decisão.

A escolha de uma metodologia relativamente nova deveu-se ao fato deste método em detrimento ao fluxo de caixa descontado conseguir capturar os custos irreversíveis, as flexibilidades gerenciais e a incerteza futura fornecendo com maior grau de confiabilidade e segurança o valor para iniciar uma rodada de negociações.

A grande vantagem apresentada pelas opções reais não decorre dos resultados derivados do modelo de Black & Scholes ou do modelo binomial, mas na ruptura do pensamento dos empresários, inventores e pesquisadores a respeito de investimentos estratégicos.

Por fornecer subsídios que abordam com mais credibilidade a incerteza inerente a qualquer mercado, as opções reais os capacitam a raciocinar efetivamente e mais realisticamente a cerca dos riscos envolvidos no processo de tomada de decisões estratégicas.

Ressalta-se que havendo a impossibilidade de se montar um portfólio que esteja altamente correlacionado com o projeto a ser valorado pelas opções reais, o resultado evidenciado apresentará uma redução abrupta da confiabilidade derivada da utilização deste método, tornando-se, na melhor das hipóteses, uma avaliação grosseira.

O produto final deste trabalho, ou seja, o valor da patente derivado da aplicação da TOR, permitiu iniciar rodadas de negociações entre a UFPE e diversos atores econômicos o que culminou na assinatura de um acordo de cooperação onde a patente foi licenciada para uma empresa brasileira

que requereu os direitos nos Estados Unidos, Japão e União Europeia.

Abstract

The present work focuses on Real Options (TOR) applied to the analysis of investments in patents, since it appears as a more dynamic for the valuation of real assets, with the ability to unify strategies and finances, it allows the consideration for the options inherent in the decision making process as well as adaptability to changes in business. Search will provide empirical evidence through the application of this methodology in the evaluation of a patent, for this purpose it will use the net present value model that expanded and the junction of the present value aligned with the traditional values of the flexibilities inherent managerial decision making, more specifically, it will use the Black-Scholes model to obtain these flexibilities. The final product of this work, or the value of the patent, allowed begins a rounds of negotiations between UFPE and various economics actors and which culminated in the signing of a cooperation agreement where the patent was licensed to a Brazilian company that requested the rights in the United States Japan and European Union.

Keywords: real options; managerial flexibility; patents; valuation; economic growth.

Referências

AMRAM, M.; KULATILAKA, N. Strategy and shareholder value creation: the real options frontier. Bank of America. **Journal Applied Corporate Finance**, vol. 13, n. 2, pp. 8-21, summer, 2000.

AMRAM, M.; KULATILAKA, N. Real options: managing strategic investments in an uncertainty world. **Harvard Business School Press**, Boston, 1999.

AMRAM, M.; KULATILAKA, N. Disciplined decisions: aligning strategy with financial markets. **Harvard Business Review**, Jan/Feb, p. 95-105.

ARROW, K.; FISHER, A. C. Environmental preservation, uncertainty and irreversibility. **Quarterly Journal of Economics**. 86(2):312-319. 1974.



BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of option and corporate liabilities. **Journal of Political Economy** 81, 637-59. 1973.



Blanchard, O. **Macroeconomia**. Tradução. Cláudia Martins, Mônica Rosemberg; revisão técnica: Eliezer Martins Diniz. 4ª. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. **Fundamentos de Investimentos**. Tradução. Jairo Laser Procianoy. 3ª. ed. São Paulo: Makron Books, 2006.

BRASIL. **Medida Provisória nº 449**, de 03 de Dezembro de 2008.

BRASIL. **Lei nº 11.638**, de 28 de Dezembro de 2007.

BRASIL. **Lei nº 10.973**, de 02 de Dezembro de 2004 (Lei da Invenção).

BROADIE, M.; GLASSERMAN, P. Pricing American- style securities using simulation. **Journal of Economic Dynamics and Control**, 21, 1323-1352. 1997.



COPELAND, T.; ANTIKAROV, V. **Opções reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos**. Tradução. Maria José Cyhlar. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

- COPELAND, T. KOLLER, T.; MURRIN, J. **Avaliação de empresas valuation** – calculando e gerenciando o valor das empresas. Tradução. Allan Vidigal Hastings. 3ª. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.
- COX, J. C.; ROSS, S. A.; RUBINSTEIN, M. Option pricing: a simplified approach. **Journal of Financial Economics**, vol 7, 1979.
- DAMODARAN, A. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed.,2006.
- DASGUPTA, P. **Economia**. Tradução. Silvana Vieira. Revisão Técnica. Celina Ramalho. São Paulo: Ática, 2008.
- DIXIT, A.K. ; PINDYCK, R. S. **Investment under uncertainty**. Princeton Univ Press, Princeton, 1994.
- DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria de semicondutores**. Tradução. Carlos D. Szlak. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006.
- ECCLES, R. G.; LANES, K, L.; WILSON, T. C. Are Paying too Much for that Acquisition? **Harvard Business Review**, July/August., 1999.
- FARROW, S. **Using risk assessment, benefit-cost analysis and real options to implement a precautionary principle: cases in the regulation of air quality, petroleum leasing, safety and genetically modified crops**. 2001.
- FREITAS, M. A. L. de. **Viabilidade econômica e financeira do sistema de saúde: o caso do pólo médico da cidade do Recife**. Dissertação de Mestrado, PIMES/UFPE, Recife, 2002
- Instituto Nacional de Propriedade Intdustrial. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br> >. Acesso em: 16 mar. 2009.
- JAFFE, R. W. **Administração financeira** – corporate finance. Tradução. Antônio Zoratto Sanvicente). São Paulo: Atlas, 2007.
- JONES, C. I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Tradução. Maria José Cyhlar Monteiro. 11ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.
- KAPLAN, R. Must CIM be justified by faith alone? **Harvard Business Review**, p. 87-95, March-April, 1986.
- LINT, O., PENNING, E. R&D as an Option on Market Introduction. **R&D Management** 28, 4, p. 279-287, 1998.
-  LINT, O., PENNING, E. R&D as an Option on Market Introduction. **R&D Management** 28, 4, p. 279-287, 1998.
- LONGO, W. P. A visão internacional e o papel dos Institutos de Pesquisas. In: Congresso ABIPTI, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABIPTI, 2000.
- MARTINS, E. (Org). **Avaliação de empresas: da mensuração contábil à econômica**. São Paulo: Atlas, 2001.
- MECHLIN, G.; BERG, D. Evaluating Research, ROI is not enough. **Harvard Business Review**, vol. 58, n. 5, p. 93-99, September-October, 1980.
- MINARDI, A. **Teoria de opções reais aplicada a projetos de investimento**. São Paulo: Atlas, 2004.
- MINARDI, A. Teoria das opções aplicada a projetos de investimento. **RAE – Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 40, n. 2, p. 74-79, Abril-Junho, 2000.
- MYERS, S. C. Determinants of corporate borrowing. **Journal of Financial Economics**. n. 5. p. 147-75. Nov, 1977.
- PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org.) **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec: Ordem dos Economistas do Brasil, 2006.
- REILLY, R. F.; SCHWEIHS, R. P. (Org) **Business valuation and intellectual property analysis**. McGraw – Hill Companies, 2004.
- TOURINHO, O. The option value of reserves of natural resources. **Working paper** n. 94. University of California at Berkeley, 1979.

Dados dos autores

Nome completo: **Leonardo Henrique Silva Fernandes**

Filiação institucional: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Função ou cargo ocupado: professor assistente do curso de Administração e Economia

Endereço completo para correspondência (bairro, cidade, estado, país e CEP):

e-mail: leonardoufpe@gmail.com

Nome completo: **Alexandre Stamford da Silva**

Filiação institucional: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Função ou cargo ocupado: professor adjunto na UFPE e diretor da DINE.

Endereço completo para correspondência (bairro, cidade, estado, país e CEP):

e-mail: alexandre@stamford.pro.br

Nome completo: **José Pontes de Barros Júnior**

Filiação institucional: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Função ou cargo ocupado: auditor fiscal da Secretaria do Estado da Receita da Paraíba.

Endereço completo para correspondência (bairro, cidade, estado, país e CEP):

e-mail: zitopontes@hotmail.com

Enviado em: 18/05/2010

Aprovado em: 27/06/2011