

4

Modelo de Opções Reais em ativos intangíveis

4.1

Antecedentes do modelo

Neste capítulo, serão apresentados os artigos inspiradores do modelo proposto por esta dissertação. De modo mais objetivo, somente as informações e equações relevantes para este trabalho serão mencionadas.

4.1.1

Modelo de Pindyck

Quando Pindyck (1993) constatou que a preocupação, até então, da literatura era avaliar o valor futuro dos *payoffs* de um investimento incerto, ele verificou que, em muitos casos, os custos desse investimento são ainda mais incertos do que o próprio *payoff*, tornando-se variáveis relevantes na análise e na tomada de decisões. Ao tomar a usina nuclear como exemplo, Pindyck afirma que “mesmo com as incertezas dos *payoffs* (devido à incerteza da demanda de combustível e ao preço de combustíveis alternativos), a incerteza do custo de investimento é muito maior e é um fator determinante para um novo empreendimento”. O autor classifica a incerteza do investimento em dois tipos: “incerteza técnica” e “incerteza não técnica”⁴¹.

Além das incertezas em relação ao custo, Pindyck (1993) define o seu investimento como totalmente irreversível: uma vez executado, o investimento aplicado não poderá ser recuperado.

A partir de argumentos econômicos⁴², o autor apresenta, ainda, o processo estocástico que representa as incertezas dos custos e que se encontra descrito a seguir:

⁴¹ Ver seção 2.2.

⁴² Cf. Pindyck, 1993, p. 9.

$$dK = -Idt + \beta(IK)^{1/2} dz + \gamma Kdw \quad (4.1)$$

Sendo:

- K = processo estocástico relacionado com o custo;
- dt = intervalo de tempo infinitesimal;
- I = investimento aplicado por unidade tempo;
- dw = incremento de Wiener;
- β = parâmetro relacionado com a volatilidade devido às incertezas técnicas;
- γ = parâmetro relacionado com a volatilidade economia devido às incertezas econômicas.

O primeiro termo indica que, à medida que o investimento é aplicado, o custo para completar o projeto diminui progressivamente. O segundo termo diz respeito ao movimento estocástico relacionado com a incerteza técnica. Note que se não tem investimento no período ($I = 0$), não há variação em K devido à incerteza técnica. O último termo está associado ao movimento estocástico não técnico (observe-se que, independentemente de ocorrer ou não o investimento, haverá flutuação dos custos para completar o projeto). Além disso, os termos dz e dw constituem os processos de Wiener não-correlacionados.

Mediante esses conceitos iniciais, Pindyck (1993) modela o valor de oportunidade através de uma opção de compra americana para os casos onde valor para o término (custo) do projeto for conhecido (determinístico) e estocástico (aproximado da realidade). Caso a firma consiga ultrapassar essa primeira etapa, receberá o benefício denominado V^{43} .

4.1.2

Modelo de Schwartz

O artigo de Schwartz (2002) consiste em um aperfeiçoamento da abordagem de Pindyck (1993) aplicado em um projeto de P&D na área farmacêutica. Nele, é descrita a situação na qual uma empresa pretende criar um novo medicamento.

⁴³ Cf. Pindyck, 1993.

Caso seja desenvolvido com sucesso, o novo produto estará protegido por uma patente até um determinado prazo pré-estabelecido pelo órgão regulador.

Mesmo utilizando o modelo para a indústria farmacêutica, Schwartz (2002) afirma que é possível aplicar essa metodologia em outras áreas que envolvam etapas de desenvolvimento antes de serem lançados no mercado.

Como pode ser observado na figura 5, o modelo é dividido em três etapas principais. A primeira compreende o custo de desenvolvimento de um novo produto, no qual a incerteza é representada por um processo estocástico.

Caso seja concretizada a criação do novo medicamento, no período τ (inicialmente desconhecido), na etapa II, a empresa detentora desse novo produto será beneficiada por meio de um monopólio sobre a venda devido à patente até o período T (estipulado por um órgão regulador). A incerteza dessa etapa será representada por um novo processo estocástico diferente da primeira.

Com o fim da patente, novas empresas entrarão no mercado, diminuindo o fluxo de caixa recebido pelo criador do medicamento, descrito na etapa III. Schwartz (2002), por simplificação, supôs que, na última etapa, fosse representado por um valor residual igual a “M” vezes o último fluxo computado na etapa II.

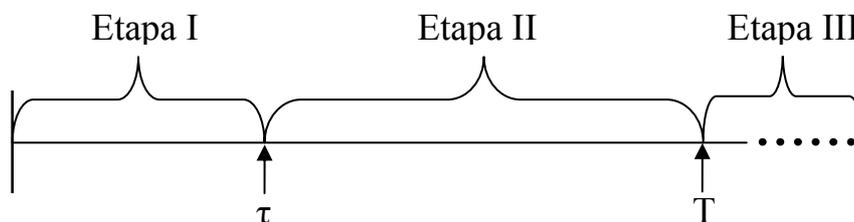


Figura 5: Etapas de Schwartz (2002)

Uma das novidades desse modelo, para ficar o mais próximo da realidade, foi a incorporação da possibilidade de ocorrência de eventos catastróficos durante o período de investimento, indicando o término imediato do projeto.

A decisão da empresa estará restrita à primeira etapa. A cada período, nesta fase, a empresa terá duas alternativas: investir ou abandonar o projeto. Caso escolha a segunda, não poderá retornar para o projeto, i.e., não existe parada parcial.

Devido ao dinamismo de todos os processos estocásticos e às incógnitas contidas no tempo de término do desenvolvimento e gerenciamento ótimo de

decisões, o modelo elaborado no artigo do Schwartz (2002) trata-se de uma Opção Real complexa que não pode ser resolvida através de métodos tradicionais de otimização. Mediante isso, o autor opta por solucionar o problema através dos Mínimos Quadrados de Monte Carlo, do artigo de Longstaff & Schwartz (2002). Na próxima seção, serão descritos os procedimentos matemáticos de Schwartz (2002).

4.1.2.1

Modelo matemático de Schwartz

Em primeiro lugar, Schwartz observa que as empresas no “mundo real” possuem uma restrição orçamentária e, assim, determina que possam investir por período, no máximo, o valor I_m . Isso significa que, para qualquer período, a empresa poderá investir entre zero e I_m .

Devido à restrição financeira, a empresa não poderá liquidar de imediato o custo previsto e necessário para desenvolver o produto no primeiro período, K_0 . Em vez disso, a cada período, a empresa deverá investir até uma situação terminal, isto é, até finalizar o desenvolvimento do produto (custo remanescente igual a zero) ou abandonar permanentemente⁴⁴ (devido a um evento catastrófico ou porque não seja mais ótimo continuar). Nesse processo, Schwartz (2002) inclui incertezas técnicas, naturais em muitos projetos. Para o autor, o problema deve ser tratado como um custo (representado por um processo estocástico) que está sendo amortizado a medida que a empresa investe no desenvolvimento da tecnologia.

Seguindo a ideia de Pindyck (1993), e uma vez consideradas as incertezas técnicas do projeto, o investimento necessário para terminar o seu desenvolvimento é uma variável aleatória \tilde{K} , representada pelo seguinte processo estocástico para a incerteza técnica⁴⁵:

⁴⁴ A título de simplificação, o autor assume que só existem duas alternativas: investir ou abandonar. Uma vez optando pela segunda, a empresa não poderá retornar ao projeto, mesmo que seja conveniente.

⁴⁵ A vantagem do processo anterior é permitir utilizar a solução “*Bang-Bang*” (investir tudo ou nada) quando o custo não está correlacionado com o fluxo de caixa. Mais detalhes no apêndice A.3.3.

$$dK = -I \times dt + \sigma \times (I \times K)^{\frac{1}{2}} \times dz \quad (4.2)$$

O primeiro termo está relacionado com o investimento feito por período “dt” e o segundo, com as incertezas técnicas. Note que o valor de K só varia se há investimento a ser aplicado.

Ao ser concluído satisfatoriamente o desenvolvimento do produto no instante estocástico $t = \tau$, a firma recolherá, na segunda parte do modelo, os benefícios dos fluxos de caixa com proteção da patente, propiciando um monopólio. De acordo com Schwartz (2002), tal procedimento é representado por um processo estocástico do tipo MGB, descrito a seguir:

$$dC = \alpha \times C \times dt + \phi \times C \times dw \quad (4.3)$$

Onde:

- C = processo estocástico relacionado com o fluxo de caixa no monopólio;
- dt = intervalo de tempo infinitesimal;
- dw = incremento de Wiener;
- α = parâmetro relacionado com a tendência;
- ϕ = parâmetro relacionado com a volatilidade.

Como será usado método da neutralidade ao risco na simulação de Monte Carlo para resolver o problema, é oportuno apresentar a versão neutra ao risco do MGB, a fim de poder usar a taxa de desconto livre de risco e assim obter o valor da opção que seja livre de oportunidades de arbitragem. Para tal, é necessário subtrair da tendência o prêmio de risco, Π , de forma a torná-lo neutro ao risco⁴⁶. Essa operação é apresentada a seguir:

$$dC = (\alpha - \Pi) \times C \times dt + \phi \times C \times dw \quad (4.4)$$

$$dC = \alpha^* \times C \times dt + \phi \times C \times dw \quad (4.5)$$

⁴⁶ Dixit & Pindyck (1994)

Sendo:

- Π = prêmio de risco;
- α^* = parâmetro relacionado com a tendência livre de risco.

Haja vista que o fluxo de caixa gera benefícios relevantes após o término do investimento, esse valor será descrito por $V(C,t)$. Após o término da patente, $t > T$, novos concorrentes entrarão e o fluxo de caixa diminuirá drasticamente para uma situação de equilíbrio. A título de simplificação, o autor aproxima essa nova etapa por um valor residual, que será a M vezes o último fluxo de caixa no período de patente.

Lançando-se mão de argumentos clássicos de opções reais⁴⁷, as seguintes equações podem ser encontradas:

$$\frac{1}{2} \phi^2 \times C^2 \times V_{CC} + \alpha^* \times C \times V_C + V_t - r \times V + C = 0 \quad (4.6)$$

Sujeito à condição de contorno:

$$V(C, T) = M C(T) \quad (4.7)$$

Segundo Schwartz (2002), a solução é uma equação diferencial parcial descrita pela expressão:

$$V(C, t) = \frac{C}{r - \alpha^*} [1 - \exp(-(r - \alpha^*) \times (T - t))] + M \times C \times \exp(-(r - \alpha^*) \times (T - t)) \quad (4.8)$$

O primeiro termo refere-se aos ganhos no período protegido pela patente e o segundo, no pós-patente.

Diferentemente do valor de projeto, o valor da oportunidade do investimento - relacionado com a decisão de continuar investindo ou abandonar um projeto -, descrito por $F(C,K,t)$, envolve, em cada período, a possibilidade de um evento catastrófico descrito por uma distribuição de Poisson de parâmetro λ e do gerenciamento ótimo das decisões (das opções⁴⁸) abandonar o projeto na Etapa I. Essas opções de abandono estão relacionadas com o quanto a empresa ganhará

⁴⁷ Ver apêndice A.3.1.

⁴⁸ Opção abandono

com o fluxo de caixa, dado um custo de produção, atualizado pela informação nova obtida através do investimento marginal do período. Segundo Dixit & Pindyck (1994), essas opções juntas consistem em um investimento sequencial.

Uma vez unidas todas as informações apresentadas até agora, por meio de argumentos clássicos de opções reais⁴⁹, chegam-se às seguintes equações do valor de oportunidade:

$$\begin{aligned} \text{Max}_I [& \frac{1}{2} \times \phi^2 \times C^2 \times F_{CC} + \frac{1}{2} \times \sigma^2 \times (I \times K) \times F_{KK} \\ & + \phi \times \sigma \times \rho \times (I \times K)^{\frac{1}{2}} \times F_{CK} + \alpha^* \times C \times F_C - I \times F_K \\ & + F_T - (r + \lambda) \times F - I] = 0 \end{aligned} \quad (4.9)$$

Sujeito à condição de contorno:

$$F(C, 0, \tau) = V(C, \tau) \quad (4.10)$$

Além de já ser um modelo mais complexo do que o usual, faz do tempo τ uma variável aleatória, pois ela só será conhecida quando a variável estocástica K for igual a zero.

Dada essa grande complexidade, Schwartz (2002) afirma que não é possível encontrar a solução através de métodos tradicionais de Opções (e. g. diferenças finitas e árvore binomial). O autor optou por utilizar o Método dos Mínimos Quadrados de Monte Carlo, devido às suas diversas vantagens.

Para solucionar o problema anterior, é possível encontrar não somente o valor de oportunidade do investimento, como também os seus valores críticos – fluxo de caixa mínimo para um dado custo de investimento ou custo de investimento máximo para um dado fluxo de caixa (curva de gatilho) – a fim de exercer a opção de abandono (decisão ótima).

4.1.3

Modelo de Deutscher

Em parceria com o BNDES, Deutscher (2008) desenvolveu um sistema de métricas qualitativas para os capitais intangíveis, permitindo uma nova ferramenta

⁴⁹ Ver apêndice A.3.2.

de Classificação de Risco e elaboração de um plano de negócio.

Segundo o autor, tal metodologia possibilita ao gestor de uma empresa identificar as suas áreas problemáticas e, ao mesmo tempo, sob a ótica da governança corporativa, deixar mais evidente para os acionistas o porquê das ações que serão tomadas com vista a aumentar a competitividade.

Conseqüentemente, Deutscher (2008) prevê que ela gerará um impacto positivo nos empréstimos industriais focados no conhecimento.

A metodologia foi utilizada em quatro empresas da carteira do BNDES: Suzano Papel e Celulose, EMBRAER, Genoa Biotecnologia e TOTVS. Através dela, tornou-se possível avaliar a situação atual de cada empresa, bem como o que precisa ser melhorado.

Tal metodologia também foi aplicada na elaboração de um Plano de Negócios para o Consórcio Exportador de Serviços de Design da ABEDESIGN / APEX.

4.1.3.1

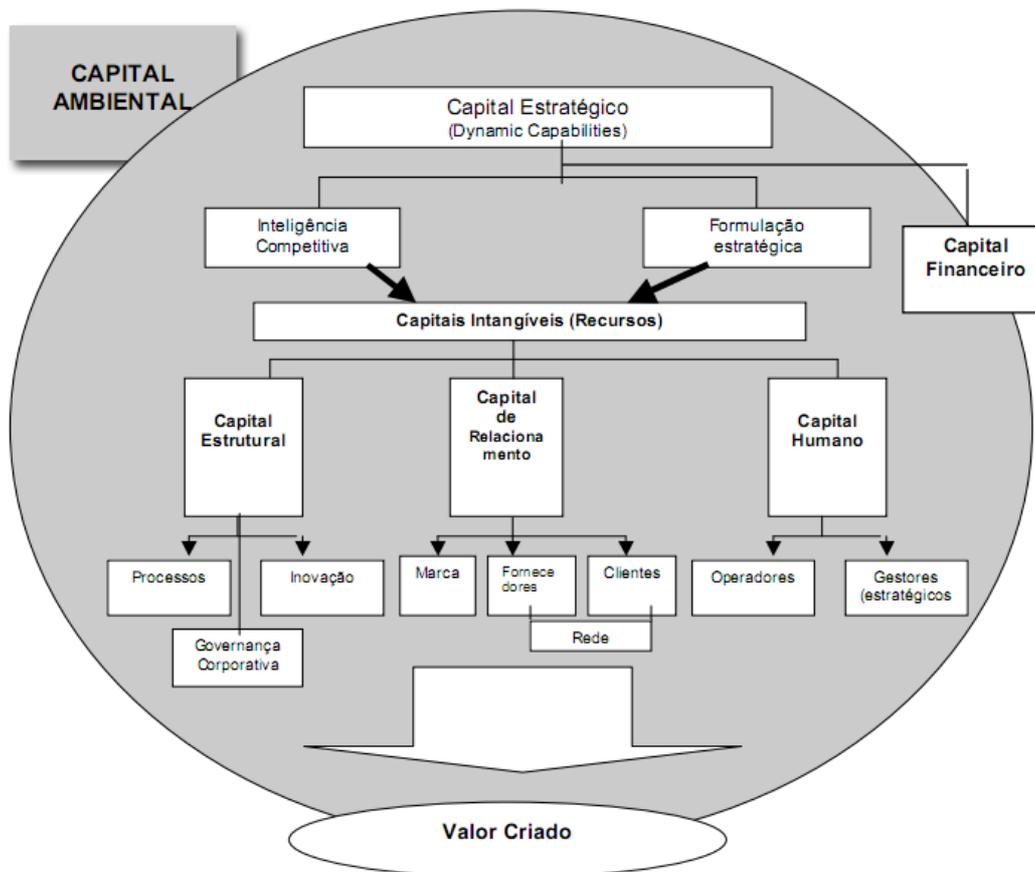
Modelo Proposto

A primeira etapa, para a compreensão da proposta de Deutscher (2008), é entender o que vem a ser uma métrica, segundo o autor:

“A Métrica dos Recursos Intangíveis (Rating) é uma ferramenta [matemática] que permite aos financiadores, investidores e demais partes interessadas conhecer o posicionamento competitivo da empresa face ao mercado, ao mesmo tempo em que permite as empresa, estabelecer seus planos de ação para a construção ou aquisição de recursos intangíveis” (pág. 41).

A partir da análise de um conjunto informações específicas- obtidas através de um questionário feito diretamente aos responsáveis da empresa (usualmente acompanhadas por uma auditoria)-, a metodologia propicia não somente uma nota geral da organização e do preparo de uma empresa, frente ao mercado, como também uma avaliação de cada segmento e seus possíveis gargalos.

Esse questionário, por sua vez, foi obtido após uma extensa revisão bibliográfica de pesquisadores que trabalharam com ativos intangíveis e métricas para o seu computo. Deutscher resume o seu modelo na figura 6, descrito a seguir:



FONTE: Deutscher (2008)

Figura 6: Modelo conceitual de Deutscher (2008)

Como pode ser observado na ilustração anterior, Deutscher (2008) propõe que o valor criado pela empresa dependa da contribuição de seis capitais intangíveis que interagem entre si: Estratégico, Ambiental, Relacionamento Estrutural, Humano e Financeiro. Formalmente, o autor os define da seguinte forma:

- **Estratégico:** é a capacidade da empresa de monitorar novas oportunidades (captura da informação, processamento e disseminação da informação) e, a seguir, reagir a esses novos estímulos (formulação de novas estratégias, implementação do plano de ação derivado e acompanhamento de resultados);
- **Ambiental:** é o ambiente interno (valores e cultura) e externo (político, econômico, marco regulatório etc.) em que a empresa está inserida.

Conforme a figura 6, este engloba todos os outros capitais. Dependendo de onde ela esteja, a empresa poderá ter uma vantagem (ou desvantagem) competitiva em relação aos outros concorrentes de outras regiões;

- Relacionamento: é a forma pela qual a empresa é percebida como marca pelo mercado (aceitação e penetração) e como ela se relaciona com as partes envolvidas diretamente (clientes e fornecedores) e indiretamente com o seu processo: “a riqueza da rede onde está inserida e a possibilidade de explorar o conhecimento e as oportunidades que ocorrem em seu interior. Incorpora as parcerias e as alianças estratégicas”
- Estrutural: são os ativos que possibilitam um ganho operacional, capacidade de inovar e a governança cooperativa – atitudes que aumentem a sua transparência frente aos acionistas.
- Humano: são os funcionários (gestores e operadores) que trabalham para a empresa.
- Financeiro: é a confiabilidade dos gestores por parte dos investidores; administração estratégica dos riscos financeiros (hedge, planejamento formal e outras ferramentas) e a capacidade de maximizar o valor do investimento por meio de operações financeiras.

A ideia do modelo é relativamente simples: antes de iniciar qualquer projeto, torna-se fundamental analisar e entender o ambiente em que a empresa se encontra (ou se encontrará) inserida (como estão as conjecturas política e econômica do local, as limitações de infra-estrutura, logística, proteção às ideias inovadoras etc.).

Compreendidas as limitações e características do local de atuação, o próximo passo é tentar extrair desse ambiente as oportunidades (seja devido às lacunas existentes, seja devido à criação de um novo mercado). Para isso, têm de ser extraídas as informações relevantes, divulgá-las dentro da empresa e processá-las (criar novas ideias).

Para decidir qual estratégia ser tomada, deve existir uma equipe técnico-financeira que contabilize os riscos e benefícios a serem auferidos e, ao mesmo tempo, que saiba a melhor forma de financiamento. Por fim, a implementação dessas ideias pré-analisadas depende de uma boa estruturação e preparo dos

capitais humano, estrutural e relacional.

Quanto maior for o valor gerado pela combinação desses fatores, segundo a ótica de Aldrich (2000), não somente maior será capacidade de serem detectadas as mudanças na tendência do mercado (necessidade de novos serviços/produtos e entrada de concorrentes) e adaptadas a esses novos estímulos, mas também realizá-lo em curto espaço de tempo (mas de forma eficiente) e com menores gastos.

Dependendo do grau de maturidade e do setor onde se pretende trabalhar, a importância de cada capital possui pesos diferentes dentro de qualquer empresa. Segundo Deutscher (2008), é de se esperar que, por exemplo, uma empresa grande possua uma estrutura mais complexa do que a pequena e que, por outro lado, a importância da mão-de-obra nesta tenha maior importância relativa do que naquela.

Com o apoio da equipe do BNDES, Deutscher (2008) desenvolveu a tabela 12:

Tabela 12: Peso do Capital		
Capitais Intangíveis	Grandes Empresas	Pequenas Empresas
1. Estratégico	20%	25%
2. Ambiental	10%	15%
3. Relacionamento	15%	15%
4. Estrutural	25%	15%
5. Humano	20%	25%
6. Financeiro	10%	5%
Total	100%	100%

FONTE: Deutscher (2008)

Já foi dito que dentro de cada capital existe um conjunto de fatos que o explica e o caracteriza. Deutscher (2008) nomeia esses fatos explicativos como ativos de um capital. E, como no caso anterior, de acordo com a experiência da equipe do BNDES, foi atribuída a importância de cada ativo dentro de um determinado capital, o que se encontra descrito na tabela 13.

Tabela 13: Pesos dos ativos		
Capitais intangíveis	Ativos	Pesos
1. Estratégico	1.1 Competência em monitorar o mercado	50%
	1.2 Competência em formular, implementar e acompanhar a estratégia	50%
	Total	100%
2. Ambiental	2.1 Sistema de financiamento	30%
	2.2 Ambiente regulatório (aspectos institucionais)	20%
	2.3 Ambiente de inovação (P&D) e empreendedorismo	20%
	2.4 Infra-estrutura e logística	30%
	Total	100%
3. Relacionamento	3.1 Carteira de clientes / contratos	20%
	3.2 Fornecedores	20%
	3.3 Marca – reputação	20%
	3.4 Rede - fornecedores e clientes	20%
	3.5 Inserção no mercado	20%
	Total	100%
4. Estrutural	4.1 Sistema de governança corporativa	30%
	4.2 Processos	35%
	4.3 Capacidade de inovação	35%
	Total	100%
5. Humano	5.1 Gestores	50%
	5.2 Operadores	50%
	Total	100%
6. Financeiro	6.1 Confiabilidade	30%
	6.2 Administração estratégica do risco	35%
	6.3 Inteligência financeira	35%
	Total	100%

FONTE: Deutscher (2008)

Até então, devido à abrangência dos conceitos, mesmo com a descrição do que vêm a ser os capitais intangíveis em função dos ativos, ainda não é possível mensurá-los. Por conta disso, como último passo, e a fim de que se atinjam as estimativas para cada ativo (e, conseqüentemente, de cada ativo e, por último, o valor da empresa) são feitas algumas perguntas de avaliação (indicadores), para as quais os responsáveis da empresa irão de 1 a 7 (onde 1 significa que tende a 0% do requisito e 7, a 100% do requisito).

Um exemplo de um questionário para obter avaliação de um ativo é apresentado na tabela 14⁵⁰.

⁵⁰ A tabela completa está no Apêndice C.1.

Capital	Peso C⁵¹	Ativo	Peso A.⁵²	Indicador	Pergunta	Peso I.⁵³	Peso final	Nota
1. Estratégico	20%	1.1 Competência em monitorar o mercado	50%	1.1.1 Captura da informação	A empresa possui um mecanismo eficiente que a permita monitorar o ambiente externo da empresa?	25%	2,5%	4
				1.1.2 Informação em conhecimento	As informações capturadas se transformam em conhecimento útil para a empresa?	35%	3,5%	3
				1.1.3 Disseminação	Estas informações são disseminadas pelas áreas da empresa aos grupos de interesse?	40%	4,0%	5

FONTE: Deutscher (2008)

Observe-se que, com a avaliação de todos os indicadores de um determinado ativo, ponderando-os pelo seu grau de importância, obtém-se a nota do ativo também. Por exemplo, de acordo com a tabela 14, a competência em monitorar o mercado é igual a 4,05 (81% da nota máxima):

$$Nota_ativo(1.1) = 4 \times 25\% + 3 \times 35\% + 5 \times 40\% = 4,05 \quad (4.11)$$

Da mesma forma, se forem encontradas as notas de todos os ativos (aplicando-se o procedimento anterior) e se estes forem ponderados pela sua importância dentro do valor criado, a nota final deste poderá ser calculada.

A título de esclarecimento da utilidade das métricas, eis um exemplo:

A empresa W é uma empresa de grande porte bastante conceituada e líder do mercado na produção de celulares. Contudo, mesmo com uma infra-estrutura, trabalhadores capacitados e sistema financeiro impecável, nos últimos cinco anos o rendimento tem depreciado expressivamente devido à entrada da pequena empresa Y.

O que, inicialmente, pareceria uma situação improvável e inexplicável, se

⁵¹ Peso do Capital em relação ao valor criado.

⁵² Peso de um ativo em relação ao capital correspondente.

⁵³ Peso do indicador em relação ao ativo correspondente.

aplicada a metodologia de Deutscher (2008), serão obtidos os *ratings* das empresas W e Y (descritos nas tabelas 15 e 16, respectivamente), de modo que se compreenda, enfim, o motivo da depreciação.

Chama imediatamente a atenção o fato de que a nota geral já mostra a superioridade da empresa Y. Uma avaliação um pouco mais cuidadosa permite identificar o ponto em que a empresa Y se torna bastante fraca e aquele onde mais se destaca. Em vista disso, uma suposição boa ou bastante razoável é a de que a empresa W, dado o baixo desenvolvimento estratégico, tenha entrado tardiamente em novos nichos e a empresa Y, auferido ótimos com sua iniciativa.

Tabela 15: Rating da empresa W			
Capital	Rating	Ponderação	Rating Ponderado
1. Estratégico	35%	20%	7,00%
2. Ambiental	60%	10%	7,00%
3. Relacionamento	65%	15%	9,75%
4. Estrutural	70%	25%	13,25%
5. Humano	70%	20%	14,00%
6. Financeiro	80%	10%	8,00%
Rating Geral			63,25%

Tabela 16: Rating da empresa Y			
Capital	Rating	Ponderação	Rating Ponderado
1. Estratégico	85%	25%	21,25%
2. Ambiental	60%	15%	9,00%
3. Relacionamento	80%	15%	12,00%
4. Estrutural	55%	15%	8,25%
5. Humano	70%	25%	17,50%
6. Financeiro	50%	5%	2,50%
Rating Geral			70,50%

Para reverter tal situação, uma atitude muito importante por parte da empresa W seria analisar com mais cuidado todos os indicadores relacionados com o ativo estratégico, procurando eliminar todos os gargalos.

4.2

Modificações da Dissertação

Ao longo deste trabalho, tem-se destacado que, com a obtenção de um conjunto de ativos intangíveis e tangíveis bem particulares, as empresas conseguem se diferenciar em um mercado altamente competitivo – seja através da criação de um novo mercado, seja através da oferta de um produto que satisfaça mais os clientes. Confirmando essa idéia, o líder da inovação da Accenture, o americano Mark George declarou, na revista *Época Negócios*.⁵⁴, que:

“Hoje, ele [o consumidor] quer mais produtos e serviços e um leque maior de possibilidades. É preciso rapidamente transformar esse desejo num produto viável. A inovação precisa ser acelerada. As companhias que falharem nesse processo não serão líderes. São os inovadores que aproveitam as melhores margens. Portanto, o foco em inovação e nos serviços voltados aos clientes deve ser acentuado.” (pág. 34)

O ganho resultante desse diferencial está principalmente atrelado à dificuldade que os concorrentes têm de entrar nesse novo mercado. Teece (2000) defende que entrar em um novo mercado constitui, muitas vezes, uma tarefa bastante árdua, senão impossível. Não basta simplesmente saber os procedimentos produtivos, pois há toda uma complexidade a envolver a cadeia produtiva (etapa pós-venda, relacionamento com cliente, fornecedores etc.), todo um conhecimento, enfim, relacionado com o produto. Dessa forma, enquanto o produto não for completamente absorvido pelo mercado (concorrentes), a empresa com o diferencial possui um “direito exclusivo de venda do produto”, assemelhando-se a um monopólio, razão pela qual Trigeorgis (1996) afirma que estes ativos são considerados ativos proprietários.

Sob o ponto-de-vista de Dixit & Pindyck (1994), o ganho proveniente dessa dificuldade pode ser interpretado como uma barreira de entrada que impossibilita a concorrência perfeita com a entrada da concorrência ou mesmo uma competição imperfeita do tipo oligopólio. Por outro lado, do ponto-de-vista da Teoria dos Jogos da microeconomia, poder-se-ia entender que as empresas concorrentes, mesmo interessadas em entrar neste novo nicho, não conseguirão absorver este mercado imediatamente, impossibilitando a situação de equilíbrio (oligopólio ou

⁵⁴ Revista *Época Negócios*; N°32; Outubro 2009.

competição perfeita). Isso se deve ao fato de que os ativos intangíveis não são compatíveis com algumas das premissas básicas muito usadas em microeconomia:

- Produtos homogêneos
- Entrada e saída livre de mercado
- Informação perfeita

Seções anteriores deste trabalho ressaltaram que os produtos aqui abordados envolvem uma combinação muito específica de bens intangíveis ligados diretamente e indiretamente ao produto. Por isso, torna-se muito difícil que, imediatamente, existam bens homogêneos e informação perfeita por parte dos concorrentes em relação ao processo. No que se refere à entrada e saída de empresas, o problema gira em torno da entrada de novas empresas, uma vez que existem relativos ônus incertos a serem enfrentados.

Frente a esse panorama, surgem três cenários possíveis⁵⁵:

- Os concorrentes entram no mercado e conseguem disputar imediatamente, isto é, um produto que aparentava ser difícil de ser replicado não foi, na realidade, tão complexo assim (figura 7);
- Os concorrentes entram somente após um tempo; eles conseguem alcançar as metas após um longo tempo de investimento em treinamento da equipe e campanhas publicitárias, por exemplo (figura 8);
- Mesmo com todos os esforços, os concorrentes não conseguiram absorver como desejavam (figura 9).

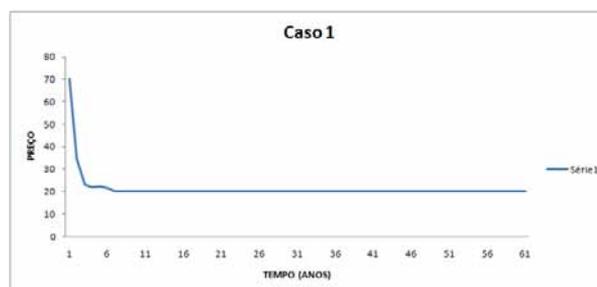


Figura 7: Absorção imediata

⁵⁵ Supondo que o preço de equilíbrio seja 20 e que o valor inicial, 70.



Figura 8: Absorção após determinado

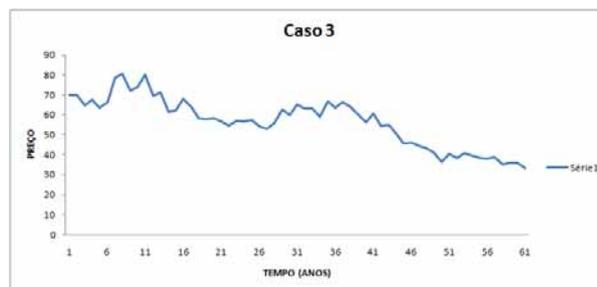


Figura 9: Não absorção do mercado

Em qualquer cenário, sempre existirá a participação de concorrentes que diminuirão o lucro da empresa que tinha a proteção. No entanto, o que se procura aqui é o quanto diminui e a partir de qual tempo esse lucro será igual ao mercado em equilíbrio.

Inspirada neste mercado cada vez mais dinâmico e competitivo, onde é cada vez mais importante sair na frente em busca de um novo nicho, segue-se uma análise dos efeitos dos ativos intangíveis, lançando mão de um novo produto protegida por patente.

Conforme explicado por Schwartz (2002) existem diversos modelos, inclusive o dele, de valoração da patente. Porém, o período pós-patente persiste ainda não trabalhado corretamente. O autor aproxima este último valor por um simples valor residual – M (exogenamente) vezes o último valor de fluxo de caixa no período com patente. Ele admite que o período pós-patente ainda não foi bem abordado pela literatura. Somente sugere, sem muitos detalhes, que esta parte poderia ser representada por algum fluxo de caixa decrescente, considerando as experiências passadas.

No entanto, para deixar o modelo mais real e controlável, na atual dissertação, não será “desprezado” esse fato. Na terceira etapa do modelo de Schwartz (2002), ele será dividido em duas partes, consoante a figura 10.

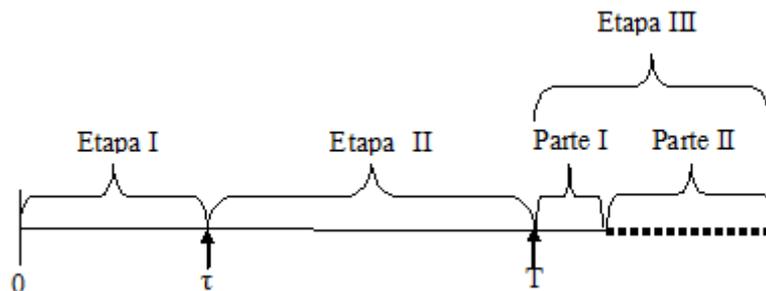


Figura 10: Modelo Secchin (2010)

A primeira parte da Etapa III compreende o momento em que o mercado ainda não desenvolveu perfeitamente os ativos intangíveis necessários para atender ao mercado, mas está à procura de e trabalhando para tal. Nessa situação, os concorrentes encontram-se atuando no mercado, mas não perfeitamente. Conforme já explicado, podem ocorrer os três cenários descritos pelas figuras 7, 8 e 9. Para modelar o problema, será utilizada a reversão à média de Uhlenbeck & Orsntein, de modo que se possa representar o fluxo de caixa, porque, além desse processo estocástico explicitar uma tendência estocástica de longo prazo para um fluxo de caixa de equilíbrio (consoante a seção 3.1.3), a sua fórmula de utilização oferece facilidades na questão algorítmica.

$$dC = \eta(C_{\text{equilíbrio}} - C)dt + \sigma dz \quad (4.12)$$

Sendo:

- η = o fator (ou velocidade) de decaimento;
- C = processo estocástico relacionado com o fluxo de caixa na primeira parte da terceira etapa;
- dt = intervalo de tempo infinitesimal;
- $C_{\text{equilíbrio}}$ = valor do fluxo de caixa em equilíbrio;
- dz = incremento de Wiener;
- σ = parâmetro relacionado com a volatilidade.

Assim como em Schwartz (2002), devido ao método da neutralidade ao risco, utilizada na simulação de Monte Carlo, é necessário torná-lo neutro ao

risco. Essa operação é apresentada a seguir⁵⁶:

$$dC = \eta \left(\text{Cequilíbrio} - \frac{\Pi}{\eta} - C \right) dt + \sigma dz$$

$$dC = \eta (\text{Cequilíbrio}^* - C) dt + \sigma dz \quad (4.13)$$

Sendo:

- Π = prêmio de risco;
- Cequilíbrio^* = valor do fluxo de caixa em equilíbrio livre de risco.

Caso o fluxo de caixa da Parte I da Etapa III atinja o preço de equilíbrio de um mercado competitivo/oligopólio, $C = \text{Cequilíbrio}^*$, isso estará indicando que o mercado absorveu os ativos intangíveis necessários para a venda de um produto/serviço. A partir daí, tem início a segunda parte, quando o fluxo seguirá em perpetuidade alguma regra de Teoria de Jogos ou alguma aproximação que represente a participação completa do mercado. Neste trabalho, como o modelo já está bastante complexo, este valor será aproximado por uma constante e representado pelo próprio Cequilíbrio^* , da Parte I. Nessa Parte II continuaria a aleatoriedade econômica na demanda/preço (com outros parâmetros), a qual poderia ser considerada uma opção de abandono. Porém, abordar tal tema foge ao foco desta dissertação.

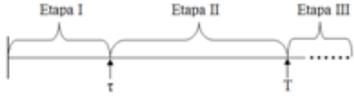
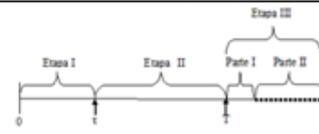
A demora para atingir o equilíbrio estará relacionada com a velocidade de reversão, η . Por tratar-se de um tema bastante atual, não existe um banco de dados capaz de gerar um *benchmark* e, conseqüentemente, um modelo matemático fechado. Contudo, intuitivamente, percebe-se que esse fator, de alguma forma, está relacionado com a diferença entre o preparo intangível da empresa que desenvolveu a tecnologia e a empresa que compõe o mercado (quanto mais preparado estiver o mercado, mais rápido o produto será absorvido). Não obstante, a seção referente à solução numérica proporá um modelo dinâmico capaz de solucionar esse problema, baseando-se na Métrica Deutscher (2008) e Meia Vida. Diferentemente do modelo de Schwartz (2002), em vez de um trabalho em

⁵⁶ Fonte: Notas de Aula do material de aula de Análise de Investimentos com Opções Reais do professor Marco Dias da PUC-Rio

perpetuidade, opta-se por horizonte de tempo de 100 anos, por motivos de implementação.

Como a maior parte dos princípios é a mesma, até a terceira etapa são cabíveis os mesmos argumentos matemáticos utilizados por Schwartz (2002), segundo demonstra o apêndice A.3.2.. Em outras palavras, mesmo que o fluxo de caixa da dissertação seja mais complexo, ele ainda gera benefícios, passíveis de serem representados pela equação diferencial, porém sujeitos a diferentes condições de contorno e gerando soluções numéricas finais diferentes. O mesmo pode ser feito com o valor da oportunidade. A tabela 17 sintetiza tais analogias.

Tabela 17: Schwartz (2002) X Secchin (2010)

		Schwartz (2002)	Secchin (2010)
Visão Geral			
Etapa I		$dK = -I \times dt + \sigma \times (I \times K)^{\frac{1}{2}} \times dz$	
Etapa II		$dC = \alpha^* \times C \times dt + \phi \times C \times dw$	
Valor do Projeto		$\frac{1}{2} \phi^2 \times C^2 \times V_{CC} + \alpha^* \times C \times V_C + V_t - r \times V + C = 0$	
Etapa III	PARTE I	$V(C, T) = M C(T)$	$dC = \eta(Ce_{equilibrio}^* - C)dt + \sigma dz$
	PARTE II		$C = Ce_{equilibrio}^*$
Valor da Oportunidade		$\text{Max}_I \left[\frac{1}{2} \times \phi^2 \times C^2 \times F_{CC} + \frac{1}{2} \times \sigma^2 \times (I \times K) \times F_{KK} + \phi \times \sigma \times \rho \times (I \times K)^{\frac{1}{2}} \times F_{CK} \right. \\ \left. + \alpha^* \times C \times F_C - I \times F_K + F_T - (r + \lambda) \times F - I \right] = 0$ <p style="text-align: center;">Sujeito à condição de contorno: $F(C, 0, \tau) = V(C, \tau)$</p>	

Fonte: Elaborada pelo autor

Se, na situação mais simples, descrita por Schwartz (2002), foi necessário utilizar o LSM para precificar a opção, no caso que ora, aqui, se propõe não será diferente.

Fora as dificuldades encontradas em Schwartz (2002), na terceira etapa há uma maior complexidade devido ao processo estocástico adicional (reversão à média, cujo fator de decaimento será calculado dinamicamente e o período de entrada da segunda parte da terceira fase dependerá da evolução da primeira parte; desta forma este também será considerado uma variável aleatória).