

INSTITUTO COPPEAD DE ADMINISTRAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

PEDRO HENRIQUE DA FONSECA RODRIGUES

APLICAÇÃO DA TEORIA DE OPÇÕES REAIS NA AVALIAÇÃO DE EMPRESAS
START-UPS: Um estudo de caso no setor de biotecnologia

Rio de Janeiro

2010

PEDRO HENRIQUE DA FONSECA RODRIGUES

APLICAÇÃO DA TEORIA DE OPÇÕES REAIS NA AVALIAÇÃO DE EMPRESAS

START-UPS: Um estudo de caso no setor de biotecnologia

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Administração

Orientador: Vicente Antonio de Castro Ferreira, D.Sc.

Rio de Janeiro

2010

Rodrigues, Pedro Henrique da Fonseca.

APLICAÇÃO DA TEORIA DE OPÇÕES REAIS NA AVALIAÇÃO DE EMPRESAS START-UPS: Um estudo de caso no setor de biotecnologia / Pedro Henrique da Fonseca Rodrigues.-- 2010.

72 f.:il

Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Coppead de Administração, Rio de Janeiro, 2010.

Orientador: Vicente Antonio de Castro Ferreira

1. Avaliação de Projetos. 2. Opções Reais. 3. Administração - Teses. I. Ferreira, Vicente Antonio de Castro (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de COPPEAD de Administração. III. Título.

PEDRO HENRIQUE DA FONSECA RODRIGUES

APLICAÇÃO DA TEORIA DE OPÇÕES REAIS NA AVALIAÇÃO DE EMPRESAS

START-UPS: Um estudo de caso no setor de biotecnologia

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Administração

Aprovada por:

Vicente Antonio de Castro Ferreira, D.Sc. (COPPEAD/UFRJ)

Celso Funcia Lemme, D.Sc. (COPPEAD/UFRJ)

Luiz Eduardo Teixeira Brandão, D.Sc. (PUC-RJ)

Rio de Janeiro

2010

Dedico esta dissertação aos meus pais que sempre fizeram o máximo para me oferecer a melhor educação possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por me apoiarem e me incentivarem a buscar sempre cada vez mais, oferecendo toda a estrutura necessária para passar no vestibular, me formar em uma excelente faculdade e agora me tornar Mestre em Administração.

A minha querida namorada, por estar sempre ao meu lado, acompanhando cada passo de minha vida, comemorando vitórias e suportando derrotas.

Ao professor Vicente, pela confiança depositada em meu trabalho e nas valiosas discussões e observações feitas ao longo do andamento da pesquisa.

Ao Sr Antônio Carvalho, pela generosidade em abrir as portas de sua empresa, possibilitando que o presente estudo de caso fosse realizado.

A todo corpo administrativo do COPPEAD, em especial as “meninas da secretaria”, sempre prestativas e de bom humor. Simone, Lucianita, Cida e Fátima, vocês são nota 1000.

Ao professor Celso Lemme, pelo amor e dedicação demonstrado pela profissão, pelo extremo respeito para com os alunos e pela excepcional qualidade de suas aulas. Tenho certeza que seus ensinamentos, muito além das teorias e fórmulas financeiras, serão extremamente valiosos ao longo de minha carreira profissional.

À professora Denise Fleck, por nos estimular a pensar sempre de forma crítica e estruturada. Pelo tempo dedicado a solucionar os nossos problemas estudantis. E por estar bastante engajada em melhorar a cada dia nossa Instituição.

Aos meus colegas de turma, com quem pude compartilhar muito mais do que conhecimento.

A todos que me apoiaram e acreditaram em meus sonhos. Mais um deles, hoje, está se tornando realidade.

RESUMO

RODRIGUES, Pedro Henrique da Fonseca. Aplicação da Teoria de Opções Reais na Avaliação de Empresas Start-Ups: Um Estudo de Caso no Setor de Biotecnologia. Orientador: Vicente Antonio de Castro Ferreira. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2010. Dissertação (Mestrado em Administração)

O presente trabalho avalia uma empresa *start-up* de biotecnologia à luz da teoria de Opções Reais. O objetivo principal é averiguar uma melhor adequação deste modelo financeiro na avaliação de empresas inovadoras, sujeitas a grande risco, de forma a captar o valor das flexibilidades gerenciais presentes neste tipo de empreendimento.

Com a finalidade de aplicar a metodologia proposta e verificar, na prática, a subavaliação provocada pelo método de Fluxo de Caixa Descontado ao desconsiderar o valor das opções de abandono foi realizado um estudo de caso na empresa BioNatural, incubada no Pólo BioRio, localizado na Ilha do Fundão.

Os resultados da avaliação financeira de um projeto de pesquisa específico, comparando-se ambas metodologias, indica uma subvaloração da ordem de 16%. Embora de caráter não conclusivo, o resultado sustenta a tese inicial de que a Teoria de Opções Reais seria mais adequada para avaliar empreendimentos sujeitos a extrema incerteza, captando um valor “oculto”, não mensurado pelas técnicas tradicionais de avaliação de ativos.

ABSTRACT

RODRIGUES, Pedro Henrique da Fonseca. Aplicação da Teoria de Opções Reais na Avaliação de Empresas Start-Ups: Um Estudo de Caso no Setor de Biotecnologia. Orientador: Vicente Antonio de Castro Ferreira. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2010. Dissertação (Mestrado em Administração)

This study aims to make a valuation of a biotech start-up company based on the Real Options method. The main goal is to verify whether Real Options is a better method to evaluate any tech or biotech company, embedded in an uncertain environment, being able to measure, therefore, the value of some flexibilities so common in this sort of venture.

In order to verify by how much a company could have been undervalued when comparing the Discounted Cash Flow's results with the Real Option's, that includes the value of exit options, one carried out a real case study with a biotech company.

Comparing both valuations reveals that ignoring the value of such exit options undervalue the R&D project selected by roughly 16%. Although the results of this study can't be conclusive and generalized, they might suggest that the Real Options method is more suitable to evaluate this sort of ventures subjected to extreme uncertainty, being able to assess manager's flexibility value, not captured by DCF or any other more traditional valuation methods.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	MOTIVAÇÃO DA PESQUISA	14
1.2	OBJETIVO E PERGUNTA DA PESQUISA	15
1.3	RELEVÂNCIA DA PESQUISA	16
1.4	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	18
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS	19
2.1.1	<i>Valor Presente Líquido</i>	20
2.1.2	<i>Opções Reais</i>	21
2.2	FUNDAMENTOS SOBRE OPÇÕES REAIS	23
2.2.1	<i>Introdução à teoria de Opções Financeiras</i>	23
2.2.2	<i>Taxonomia das Opções Reais</i>	23
2.3	AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE P&D NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA.....	25
2.3.1	<i>Dinâmica dos investimentos</i>	26
2.3.2	<i>Riscos e Flexibilidades</i>	27
2.3.3	<i>Cláusulas Contratuais: um enfoque à luz das Opções Reais</i>	29
2.4	RESISTÊNCIA AO USO DAS OPÇÕES REAIS	31
3	METODOLOGIA	34
3.1	TIPO DE PESQUISA	34
3.2	METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DAS OPÇÕES REAIS	35
3.3	COLETA DE DADOS	38
3.4	LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	40
3.4.1	<i>Limitações do método de pesquisa</i>	40
3.4.2	<i>Limitações da metodologia de avaliação de Opções Reais</i>	40
4	DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO	43
4.1	HISTÓRICO	43
4.2	ETAPAS DO P&D DE UM NOVO MEDICAMENTO.....	44
4.3	PLANO DE NEGÓCIOS	46
4.4	PREMISSAS DO MODELO.....	48

4.4.1	<i>Projeção das Receitas</i>	48
4.4.2	<i>Projeção dos Custos e Despesas operacionais</i>	51
4.4.3	<i>Projeção dos Investimentos</i>	52
4.4.4	<i>Determinação da Taxa de Desconto</i>	52
4.5	INCERTEZAS DO PROJETO.....	53
4.6	DETERMINAÇÃO DO VPL ESTÁTICO	56
4.7	MODELAGEM DA MALHA BINOMIAL	56
4.7.1	<i>Modelagem do Ativo Base – Projeto sem flexibilidade</i>	56
5	MODELAGEM DO PROJETO COM OPÇÕES REAIS	60
5.1	OPÇÃO DE ABANDONO DAS PESQUISAS	60
5.2	OPÇÃO DE ABANDONANDO DA COMERCIALIZAÇÃO	60
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS	62
6.1	DETERMINAÇÃO DO VPL EXPANDIDO	62
6.2	PROBABILIDADES REAIS DE EXERCÍCIO DAS OPÇÕES	63
7	CONCLUSÕES	65
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
	Anexo 1 – Preço e dimensionamento do mercado de pomadas antibióticas tópicas	70
	Apêndice 1 – Projeções das Receitas do projeto	71
	Apêndice 2 – Detalhamento dos Custos e Despesas Operacionais.....	72
	Apêndice 3 – Cronograma dos investimentos planejados para o desenvolvimento da pesquisa	73
	Apêndice 4 – Cálculo do WACC	74
	Apêndice 5 – Projeção do Demonstrativo Financeiro contido no Plano de Negócios da empresa BioNatural	75
	Apêndice 6 – Projeção do Fluxo de Caixa contido no Plano de Negócios da empresa BioNatural	76

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MÉTODOS DE AVALIAÇÃO RECOMENDADOS DE ACORDO COM O GRAU DE INCERTEZA E FLEXIBILIDADE DO PROJETO	22
FIGURA 2 - ESQUEMA DO CICLO DE INVESTIMENTOS EM UM PROJETO DE P&D VOLTADO PARA A DESCOBERTA DE UMA NOVA DROGA	26
FIGURA 3 - DISTINÇÃO ENTRE INVESTIMENTOS COM CARACTERÍSTICAS DE OPÇÕES REAIS E <i>PATH-DEPENDENCE</i>	32
FIGURA 4 - DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DAS OPÇÕES REAIS.....	35
FIGURA 5 - CURVA TEÓRICA DO CRESCIMENTO ESPERADO DO <i>PARTICIPAÇÃO DE MERCADO</i> DO NOVO MEDICAMENTO	49
FIGURA 6 – COMPARAÇÃO ENTRE A CURVA TEÓRICA EM FORMA DE S E A CURVA REPRESENTATIVA DO MGB REPRESENTATIVAS DO CRESCIMENTO ESPERADO DO <i>PARTICIPAÇÃO DE MERCADO</i> DO NOVO MEDICAMENTO.....	50
FIGURA 7 – VPL ESTÁTICO E DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE DO VPL.....	56
FIGURA 8 – MODELAGEM DA MALHA BINOMIAL RELATIVA À EVOLUÇÃO DA <i>PARTICIPAÇÃO DE MERCADO</i> DO NOVO MEDICAMENTO RELATIVA AO CASO BASE, SEM A INTRODUÇÃO DOS NÓS DE DECISÃO.	58
FIGURA 9 – RESULTADO DO MODELO BINOMIAL RELATIVO AO CASO BASE, SEM A INTRODUÇÃO DOS NÓS DE DECISÃO (VPL ESTÁTICO NÃO AJUSTADO)	59
FIGURA 10 – MODELAGEM DOS GALHOS RELATIVOS ÀS INCERTEZAS TECNOLÓGICAS DA PESQUISA E DA APROVAÇÃO DA NOVA DROGA POR PARTE DO ÓRGÃO REGULADOR	60
FIGURA 11 - MODELAGEM DOS NÓS DE DECISÃO RELATIVOS A DECISÃO ANUAL DE ABANDONO OU CONTINUAÇÃO DAS COMERCIALIZAÇÃO DA NOVA DROGA	61
FIGURA 12 – SIMULAÇÃO DAS DECISÕES ÓTIMAS APÓS A INTRODUÇÃO DAS OPÇÕES DE ABANDONO	61
FIGURA 13 – VALOR PRESENTE DAS OPÇÕES REAIS DE ABANDONO	62
FIGURA 14 – PROBABILIDADES REAIS DE EXERCÍCIO DAS OPÇÕES DE ABANDONO	63

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS MAIS COMUNS DE OPÇÕES REAIS	24
TABELA 2 - ANALOGIA ENTRE AS OPÇÕES FINANCEIRAS E REAIS.....	25
TABELA 3 - DESCRIÇÃO DE POTENCIAIS CENÁRIOS, CONJUGANDO AS VARIÁVEIS AGENDA TÉCNICA E DEFINIÇÃO DO MERCADL ALVO ...	33
TABELA 4 – INTERVALO DE VARIAÇÃO DO <i>PARTICIPAÇÃO DE MERCADO</i> A PARTIR DAS PROJEÇÕES CONTIDAS NO PLANO DE NEGÓCIOS	55
TABELA 5 – DETERMINAÇÃO DA VOLATILIDADE ANUALIZADA DA TAXA DE CRESCIMENTO DO <i>PARTICIPAÇÃO DE MERCADO</i>	55
TABELA 6 – PARÂMETROS DO MODELO BINOMIAL NEUTRO A RISCO.....	57
TABELA 7 - PROBABILIDADES REAIS DE EXERCÍCIO DAS OPÇÕES DE ABANDONO CONDICIONADAS AO SUCESSO DA FASE III DOS TESTES CLÍNICOS E À APROVAÇÃO DA ANVISA.	64

1 INTRODUÇÃO

O estudo das decisões sobre investimento vem sendo de grande interesse tanto para o meio acadêmico quanto para o mundo empresarial há décadas. Estabelecer critérios objetivos para a alocação eficiente de recursos sempre foi e, será, o principal desafio dos investidores. Por mais subjetivo e imperfeito que seja o processo, é papel da teoria de finanças fornecer os meios para responder às seguintes perguntas:

Afinal, quanto vale um ativo? De onde deriva seu valor? Qual critério mais adequado para a seleção de um investimento?

Para responder a estas indagações e fornecer um arcabouço teórico e ferramentas que permitam ao investidor determinar o valor de um investimento foram criados, ao longo do tempo, critérios de avaliação financeira como o *Payback*, a TIR e o VPL de forma a suportar o investidor ao longo do processo decisório.

O Valor Presente Líquido (VPL), citado por Copeland & Antikarov (2001), como o paradigma central do processo decisório, é a técnica mais difundida, atualmente, entre analistas de investimentos e executivos de empresas, responsáveis pela alocação orçamentária. Embora superior, quando comparado ao *Payback* e a TIR, o critério do VPL apresenta graves limitações na valoração de investimentos sujeitos à grande incerteza e cuja ação gerencial pode alterar significativamente a direção e, conseqüentemente, o valor, dos investimentos realizados.

Dixit & Pindyck (1994), Trigeorgis (1998) e Amram & Kulatilaka (1999) rejeitam o VPL como método de valoração de um ativo pois, ao modelar uma realidade estática, acaba por ignorar o valor da flexibilidade gerencial. A capacidade do gestor em adiar um investimento em uma nova planta, em expandir/contrair a escala de produção, de escalonar investimentos ou de abandonar uma pesquisa mal sucedida, por exemplo, adiciona valor ao empreendimento.

Assim, a teoria de Opções Reais busca atuar sobre esta limitação, oferecendo meios alternativos para a mensuração do valor das flexibilidades gerenciais não contempladas no tradicional VPL e, com isso, reconhecer um valor “oculto” do projeto.

As empresas do setor de biotecnologia parecem se enquadrar perfeitamente nesta categoria de ativos. Em geral, projetos de Pesquisa e Desenvolvimento se caracterizam por apresentar extrema incerteza, tanto mercadológica quanto tecnológica. Contudo, possuem alta flexibilidade do ponto de orçamentário, permitindo a revisão e realocação constante dos investimentos planejados em caso de insucesso em uma das fases da pesquisa.

Desta forma, um projeto da área de biotecnologia não pode ser avaliado de forma estática, devendo ser incorporado ao modelo de avaliação financeira as diversas opções de abandono, licenciamento, descoberta de novos produtos e pesquisas, dentre outras presentes.

1.1 Motivação da pesquisa

Empresas de setores altamente tecnológicos, tais como Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e Biotecnologia caracterizam-se pela grande incerteza sobre o retorno esperado sobre os investimentos. Em muitos dos casos as ótimas e igualmente arriscadas oportunidades de investimento, muitas vezes alvos do interesse de fundos de *venture capital*, são empresas *start-ups*, desenvolvedoras de alguma tecnologia inovadora, ainda não estabelecida e sem, em alguns casos, um modelo de receitas comprovado, cujo valor residirá, quase que exclusivamente, na possibilidade de exploração/criação de um novo mercado.

Por navegar em um ambiente de extrema incerteza, apresentando, muitas das vezes, investimentos escalonados, tecnologias/plataformas capazes de gerar diversos *byproducts* e a possibilidade de abandono prematuro de um investimento mal sucedido, estas empresas *start-ups* apresentam algumas das características, apontadas por Dixit & Pindyck (1994), que as impossibilitam de serem valoradas a partir dos pressupostos estabelecidos pela tradicional teoria ortodoxa de alocação de recursos.

A técnica tradicional de VPL subestima, sistematicamente, o valor de empresas nascentes e de base tecnológica ao desconsiderar o valor da flexibilidade gerencial e das opções de crescimento deixadas em aberto. Em seu livro, Amram & Kulatilaka (1999) citam alguns trabalhos desenvolvidos já a partir da década de 1950 que demonstravam uma percepção de incompletude da teoria tradicional de análise de investimentos, apontando, intuitivamente, a existência de algo não valorado e que deveria ser levado em consideração na hora da tomada de decisão.

Percepção semelhante também foi observado empiricamente por Reyni (2000). Durante suas entrevistas junto a gestores de fundos de *venture capital* brasileiros, o autor conseguiu captar bem o sentimento de frustração dos mesmos ao reconhecerem que durante as análises de *due diligence* “muitas das vezes o método de fluxo de caixa descontado é abandonado” e que “tudo, no final, não passa de um grande chute”, corroborando a percepção de incapacidade das ferramentas tradicionais em capturar o valor de um negócio altamente incerto.

Com a finalidade de captar este “valor estratégico”, negligenciado pelo VPL, diversos estudiosos da teoria de Opções Reais defendem como virtude, exatamente, sua capacidade de captar o valor da flexibilidade gerencial, quantificando, assim, este valor antes “oculto”.

O problema apresentado nesta dissertação restringiu-se à aplicação da modelagem financeira do Plano de Negócios de uma empresa de biotecnologia incubada no Pólo BioRio, à luz da teoria de Opções Reais, utilizando a técnica de precificação de opções baseada na abordagem de árvore binomial de Cox, Ross & Rubinstein (1979). Os objetivos do estudo, bem como a pergunta que norteará a presente pesquisa serão apresentados na próxima seção.

1.2 Objetivo e pergunta da pesquisa

O presente trabalho teve como objetivo a aplicação da metodologia de Opções Reais na avaliação financeira de uma empresa *start-up* de base tecnológica. Buscou-se, ao final do estudo, identificar, na prática, como esta teoria pode contribuir para uma melhor compreensão do real valor de uma empresa de biotecnologia, servindo, para a empresa objeto do estudo como uma contribuição para balizar futuras negociações com fundos de *venture capital*, quando da negociação de um potencial aporte de capital de risco, bem como quando do momento das negociações a cerca do licenciamento dos direitos comerciais de determinada droga para uma empresa farmacêutica.

Foi realizado um estudo de caso com a empresa BioNatural¹, incubada no Pólo de Biotecnologia do Rio de Janeiro, localizado na Iha do Fundão, de forma a calcular o valor de um projeto de pesquisa específico, tanto pela técnica tradicional de VPL quanto pelo método de Opções Reais. Assim, foi possível comparar as duas metodologias e responder à seguinte pergunta investigativa:

¹ Nome fictício criado pelo autor para preservar a confidencialidade das informações.

Qual o impacto do escalonamento de investimentos e da opção de abandono da comercialização de uma nova droga no cálculo do valor de um projeto de P&D?

Declarado o objetivo passamos, na próxima seção, a descrever a relevância deste trabalho.

1.3 Relevância da pesquisa

O setor farmacêutico se destaca historicamente por exercer uma importante função social, ao concentrar esforços para o avanço de pesquisas na área da saúde, buscando descobrir novos medicamentos capazes de combater as mais graves doenças que acometem a humanidade, elevando assim a qualidade e expectativa de vida da população mundial.

Economicamente o setor também demonstra enorme importância para o crescimento das economias mundiais, principalmente nos países desenvolvidos, atraindo a atenção de investidores ávidos pela possibilidade de se obter altos retornos no caso de descobertas de tratamentos inovadores que possam vir a se tornar sucessos de vendas.

Os números, por si só, comprovam a pujança desta indústria. Só nos Estados Unidos, os investimentos em novas pesquisas avançaram exponencialmente nas últimas décadas, saltando de USD 2 bilhões em 1980 para mais de USD 51 bilhões, 25 anos depois².

Em termos de faturamento, o setor farmacêutico, no mundo, vem sustentando altas taxas anuais de crescimento ao longo dos últimos anos, resultado direto tanto da descoberta de novas aplicações terapêuticas quanto da rápida expansão de mercados emergentes, principalmente a China. Projeções apontam para a manutenção do ritmo de crescimento (3% - 6%), saltando de um faturamento de USD 773 bilhões em 2008 para algo em torno de USD 1 trilhão³ em 2013 (IMS Health Market Prognosis, March 2009), contribuindo o setor de biotecnologia com USD 75 bilhões deste comércio mundial em 2007⁴.

Embora o Brasil ainda represente uma pequena fração deste comércio mundial, alcançando um faturamento de USD 17 bilhões em 2008 (GRUPEMEF,2009), apenas 2%⁵ do mercado mundial (IMS Health Market Prognosis, March 2009), a taxa de crescimento do

2 [www.phrma.org/news_room/press_releases/r&d_investments_by_america%92s_pharmaceutical_research_companies_nears_record_\\$40_billion_in_2005](http://www.phrma.org/news_room/press_releases/r&d_investments_by_america%92s_pharmaceutical_research_companies_nears_record_$40_billion_in_2005)

3 Estimativa de faturamento para 2013 baseada em CAGR de 6%.

4 http://www.piribo.com/publications/biotechnology/company_reports/top_10_biotech_companies.html

5 Percentual calculado a partir dos dados de 2008 que apontava um faturamento mundial de USD 773 bilhões.

mercado brasileiro apresentada nos últimos três anos de 20%⁶ em conjunto com as projeções animadoras de manutenção deste crescimento⁷ podem servir de estímulo ao desenvolvimento de cada vez mais pesquisas nacionais focadas na descoberta de novos medicamentos.

A despeito da grandiosidade deste mercado e do alto potencial de lucratividade, a grande incerteza relativa ao sucesso das pesquisas e, posteriormente, ao sucesso da nova droga no mercado (Loch & Bode-Greuel, 2001) dificulta a capacidade dos analistas em avaliar corretamente estas empresas. Segundo Villiger & Bogdan (2006), muitos profissionais da indústria consideram impossível atribuir um valor ao desenvolvimento de uma determinada droga dado a existência de inúmeras incertezas relativas à segurança, eficácia, regulação, mercado e competição.

Apesar da difícil missão, Bode-Greuel & Greuel (2005) lembram que buscar uma forma objetiva de avaliação econômica é importante tanto para o gestor de uma farmacêutica em sua tarefa de definir quais projetos priorizar, dada sua restrição orçamentária, quanto para balizar negociações de parceria e licenciamento.

Segundo os autores, dado o ambiente de alta incerteza, a flexibilidade gerencial, refletida nas ações para minimizar impactos negativos, em caso de insucesso, bem como para alavancar oportunidades de expansão/crescimento, em caso de sucesso acima do esperado, possuem valor, não refletido, todavia, no cálculo tradicional e estático do VPL.

Desta forma, acredita-se que ao utilizar o conceito de Opções Reais para modelar financeiramente o potencial valor de determinado projeto de pesquisa se estaria tendo uma maior acurácia nos cálculos. No caso específico desta dissertação, onde estamos discutindo a avaliação de uma empresa de biotecnologia em busca constante de aporte de capital novo para continuar a fomentar novas pesquisas, uma maior precisão nos cálculos de avaliação econômica mostra-se de extrema importância pois balizará futuras negociações sobre o tamanho da participação a ser oferecido a um fundo de *venture capital* ou sobre o valor dos direitos comerciais licenciados a uma grande farmacêutica (Villiger & Bogdan, 2006).

Tamanha diligência ganha maiores dimensões quando se inclui em pauta as discussões sobre assimetria de informação que força o investidor de risco, segundo Kirilenko (2001), a

⁶ Em 2008 o faturamento da indústria farmacêutica brasileira atingiu a cifra de USD17 bilhões contra USD 9,9 bilhões em 2005.

⁷ A IMS estima para a América Latina um CAGR entre 11-14%, em dólar constante, entre 2008-2013.

demandar das empresas *start-ups* uma participação acionária desproporcionalmente maior de controle quanto maior a assimetria de informações percebida (Kirilenko *apud* Gompers, 1997), como forma de alinhar expectativas e canalizar os esforços do empreendedor para a criação de algo concreto, neste caso específico, a descoberta de uma nova droga natural, comercialmente atraente.

1.4 Delimitação da pesquisa

O presente estudo avaliou financeiramente um único projeto da empresa BioNatural. Foram avaliadas, à luz da teoria das Opções Reais, apenas as opções de interrupção da pesquisa, em caso de fracasso de determinada fase, além da opção de abandono da produção/comercialização do novo medicamento por parte da farmacêutica, dado um cenário econômico pouco atraente.

Mesmo ciente da possibilidade de que outras opções possam estar presentes no projeto de pesquisa, como opções de expansão de mercado e desenvolvimento de novas linhas de pesquisa a partir das descobertas do estudo principal, acarretando, conseqüentemente, em uma subvalorização do projeto, estas não foram modeladas.

Não foi objeto desta dissertação a discussão sobre a metodologia de Opções Reais escolhida, muito menos os cálculos matemáticos por de trás dos métodos utilizados. O presente estudo teve um caráter estritamente prático, embora aponte na seção 3, sobre a metodologia utilizada, algumas limitações da ferramenta utilizada.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente pesquisa se estruturou da seguinte forma. No capítulo 2 descreveu-se a revisão de literatura sobre Avaliação de Investimentos e Opções Reais. Em seguida abordou-se os aspectos metodológicos do presente estudo bem como suas limitações. No capítulo 4 descreveu-se o estudo de caso e aplicação do método proposto, passando, em seguida às análises dos resultados obtidos. Por fim, o capítulo 6 trouxe as conclusões do estudo bem como sugestões para futuras pesquisas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura foi organizada em quatro seções. A seção 2.1 apresenta, de forma sintética, alguns conceitos relacionados aos métodos de Avaliação de Investimentos, mais especificamente o Fluxo de Caixa Descontado e Opções Reais, apontando suas virtudes e fraquezas. Na seção 2.2 são discutidos os conceitos básicos sobre a Teoria de Opções, com destaque para a caracterização destes derivativos e os modelos de precificação.

Em seguida, na seção 2.3, é discutida a dinâmica de investimentos em um típico projeto de P&D, focando ao final da seção na pontuação dos principais riscos e flexibilidades inerentes ao projeto, com destaque para a discussão sobre o uso de Opções Reais na construção de cláusulas contratuais.

Por fim, na seção 2.4 apresentamos algumas justificativas para a grande resistência ao uso das Opções Reais como método de avaliação financeira, bem como algumas críticas em relação a identificação e caracterização das flexibilidades gerenciais, sugerindo que em muitos dos casos embora existam, as flexibilidades não serão exercidas, podendo acarretar em um problema de sobreavaliação do projeto em análise.

2.1 Métodos de Avaliação de Investimentos

O ato de investir move o sistema capitalista desde suas origens. De acordo com a teoria econômica, investimento é definido como o ato de incorrer em um desembolso imediato em troca da expectativa de retornos futuros (Dixit & Pindyck, 1994).

As idéias fundamentais do valor do dinheiro no tempo para a valoração de ativo sempre estiveram presentes na economia, desde o nascimento do capitalismo e o desenvolvimento da atividade de empréstimo. Contudo, apenas a partir do *crash* de 1929⁸, o conceito de fluxo de caixa, como forma de avaliar ativos negociados no mercado acionário, passou a ganhar importância frente aos critérios vigentes de avaliação contábil.

Irving Fisher (1930) e John Burr Williams (1938) foram os pioneiros desta escola, ao proporem o método do Fluxo de Caixa Descontado como forma de precificação de um ativo. Todavia, a partir da década de 1950, alguns ajustes foram sendo propostos de forma a incorporarem à noção de valor do dinheiro no tempo também o conceito de prêmio de risco da

⁸ O Crash de 1929 ficou conhecido historicamente como a pior crise financeira do século XX, levando os Estados Unidos a chamada Grande Depressão.

atividade. O surgimento de modelos de precificação de ativos de risco, sendo os mais famosos o CAPM e o APT, forneceram o ferramental econométrico necessário para suportar o cálculo do prêmio de risco “adequado” para remunerar o capital empregado pelo acionista.

Nas próximas subseções veremos algumas características da avaliação por VPL e por Opções Reais, apontando alguns de seus pontos fortes e fracos.

2.1.1 Valor Presente Líquido

O papel do gestor, segundo a teoria econômica, é maximizar a riqueza do acionista. Na prática, o desafio é descobrir como medir esta criação de valor e sob quais critérios julgar quais investimentos asseguram maior riqueza aos acionistas.

Embora existam outros critérios de seleção de investimentos, como o Payback, a TIR e suas variantes, a técnica do Valor Presente Líquido (VPL) é a mais utilizada nos mercados financeiros e internamente nas empresas para decisão de grandes investimentos. De fácil entendimento e prática aplicação, pois compara em um mesmo horizonte temporal (tempo presente) o desembolso necessário para determinado investimento e os fluxos de caixa futuros esperados, a regra de decisão define que, em um ambiente livre de restrições orçamentárias, um administrador deve realizar todo investimento analisado cujo VPL se apresentar positivo pois, estaria, para aquela realidade projetada, remunerando o capital do acionista além do seu custo de oportunidade, aumentando, desta forma, a riqueza do mesmo (Brealey, Myers, & Allen, 2008).

É, portanto, uma medida direta de quanto, em termos absolutos, determinado investimento estaria adicionando de valor à riqueza do acionista. Algebricamente, o VPL de um projeto deve ser expresso segundo a seguinte fórmula:

$$VPL = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{FC_t}{(1 + wacc)^t}$$

onde, FC_t = fluxo de caixa livre do projeto no ano t e k = custo de oportunidade do capital

Embora simples e intuitiva, a regra tradicional do VPL, por desconsiderar a capacidade do gestor de se adaptar e revisar suas decisões diante de uma mudança no ambiente ou, por

ignorar a própria capacidade gerencial em criar valor estratégico (Trigeorgis, 1998), acaba subavaliando sistematicamente uma oportunidade de investimento.

Mesmo enriquecido com análises de cenários e simulações, o critério de decisão balizado pelo VPL desconsidera, segundo Brandão, Dyer & Hahn (2005), que os gestores sejam capazes de tomar certas decisões que corrijam o rumo dos acontecimentos, no sentido de maximizar os retornos esperados ou minimizar possíveis prejuízos, podendo levar a decisões equivocadas (Dixit & Pindyck, 1994).

Para combater esta limitação e evitar que os gestores acabem privilegiando mais os aspectos estratégicos na hora das grandes decisões (Amram & Kulatilaka, 1999), diversos estudiosos da teoria de Opções Reais apontam-na como capaz de captar o valor da flexibilidade gerencial, quantificando, assim, um valor antes “oculto”.

2.1.2 Opções Reais

Para Dixit & Pindyck (1994), todo investimento caracteriza-se por apresentar um certo grau de irreversibilidade, ou seja, uma incapacidade de se recuperar parte do principal investido, um certo grau de incerteza sobre os retornos esperados e uma margem de manobra quanto à decisão de quando investir (a decisão não é agora ou nunca). Para os autores, a falha da teoria econômica ortodoxa reside, exatamente, em não considerar a interação existente entre estes três elementos, podendo induzir tomadores de decisão a escolhas equivocadas.

A existência de flexibilidades gerenciais diante de um ambiente altamente incerto, como a possibilidade de expansão (redução) de capacidade, de introdução de novos produtos, de abandono permanente (temporário) de uma planta, adiciona valor a um projeto, por afetar tanto os fluxos de caixa futuros quanto o nível de risco da atividade, devendo, estas flexibilidades, portanto, serem consideradas no cálculo do VPL tradicional.

O caso do leilão de concessão de faixas de espectro para exploração do serviço de telefonia 3G no Brasil, realizado em dezembro de 2007 (Stille, 2008) exemplifica este conceito ao mostrar que caso as operadoras de telefonia ignorassem em sua avaliação as opções de adiamento e escalonamento dos investimentos previstos para o início do desenvolvimento da tecnologia de rede 3G no Brasil, bem como a oportunidade de expandir a rede caso o cenário se mostre favorável no futuro, elas poderiam vir a subavaliar o valor da licença leiloada, limitando, assim, as chances das mesmas de levar o lance vencedor.

No caso específico da possibilidade de adiamento de um investimento ou da suspensão/contração temporária de uma atividade, Dixit & Pindyck (1994) introduzem a idéia de que o gestor deve estar ciente que ao exercer tais opções estará “matando-as”, representando, assim, um custo de oportunidade que deveria ser remunerado.

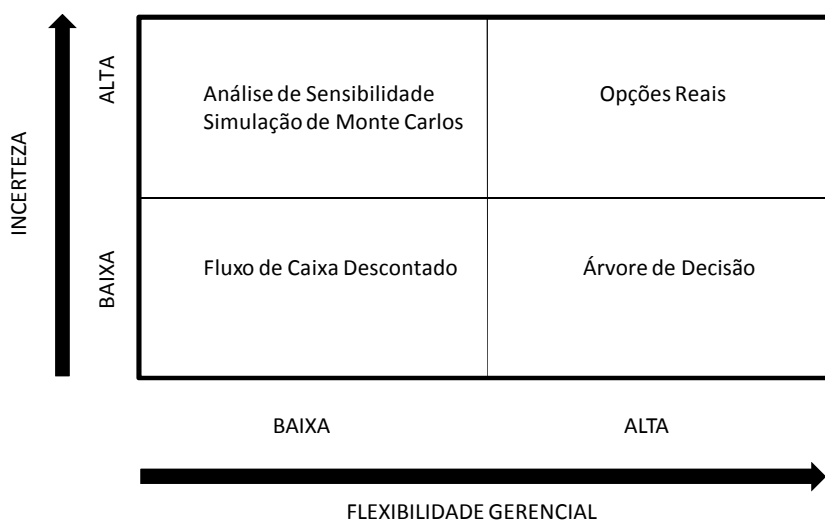
Postos seus argumentos, os autores propõem que a regra do VPL tradicional seja alterada. Ao contrário do que a regra tradicional atesta: invista sempre que o valor de uma unidade investida for maior que os desembolsos previstos, a nova regra de decisão deve contemplar o custo de oportunidade de exercício antecipado destas opções, devendo o valor do projeto superar, de acordo com a nova regra, seu custo de implementação em uma quantidade maior que o custo de oportunidade de deixar a opção “viva”.

Matematicamente, podemos expressar esta relação segundo a inequação abaixo:

$$VP_{\text{projeto}} - I > VPL_{\text{opções reais}}$$

Em resumo, diante de um ambiente de alta incerteza e de alta flexibilidade gerencial a Teoria de Opções Reais se mostra mais indicada como critério de decisão, por considerar em seus cálculos o valor destas flexibilidades. A figura 1 representa de forma esquemática quando cada técnica de avaliação se apresenta mais adequada.

Figura 1 – Métodos de Avaliação recomendados de acordo com o grau de incerteza e flexibilidade do projeto



Fonte: Adaptado de Copeland (2000)

Na próxima seção serão abordados alguns dos principais conceitos envolvendo a Teoria de Opções, permitindo-nos caminhar para sua aplicação no caso proposto nesta dissertação.

2.2 Fundamentos sobre Opções Reais

2.2.1 Introdução à teoria de Opções Financeiras

Criados como instrumentos de *hedge*, os contratos de opção permitem ao comprador adquirir o direito de exercê-los no futuro. Segundo Hull (2006), o detentor da opção não possui a obrigação de exercer tal direito, apenas fazendo-o caso a situação o seja favorável.

As opções se diferenciam em relação a sua natureza de compra (*call*) ou de venda (*put*) e em relação a sua data de exercício, sendo as opções européias passíveis de exercício apenas na data de expiração do contrato, enquanto as opções americanas podem ser exercidas a qualquer momento até a data de expiração. Cada contrato se caracterizará, portanto, por possuir um preço de exercício (*strike*), um prazo de expiração e a possibilidade de exercício antecipado.

A ponta compradora de uma *call* apresentará ganhos a partir do momento em que o ativo base estiver valendo mais do que seu preço de exercício. Por outro lado, em um cenário pessimista, de queda nos preços, as perdas estarão limitadas ao prêmio pago pela *call*, uma vez que o detentor do direito não exercerá a opção. Para o caso de uma *put* vale o raciocínio inverso, apurando-se ganhos quando o preço do ativo estiver abaixo do preço de exercício.

De forma resumida, a opção de *call* dá ao detentor o direito de exercer uma opção de compra caso o cenário futuro se mostre favorável. Já a opção de *put*, em contrapartida, oferece ao detentor o direito de vender determinado ativo caso o cenário se mostre desfavorável, funcionando como um seguro.

Apresentaremos na próxima seção as opções reais mais comuns e suas características.

2.2.2 Taxonomia das Opções Reais

Algumas das opções reais, de acordo com Trigeorgis (1998), estão presentes naturalmente em um projeto, como a opção de adiamento, abandono, contração e fechamento (temporário). Outras, segundo o próprio autor, necessitam de um planejamento prévio e/ou um desembolso extra, como opções de expansão de capacidade, desenvolvimento de oportunidades de crescimento, troca de *inputs* e *outputs* alternativos e a continuação de um projeto faseado.

A tabela 1 resume os tipos mais comuns de opções reais encontradas em projetos nas mais diversas indústrias, bem como um indicativo de similaridade com o comportamento de uma *call* ou *put*.

Tabela 1 - Descrição e caracterização dos tipos mais comuns de Opções Reais

Opção Real	Tipo de Opção	Descrição
Adiamento do investimento	<i>CALL</i>	Direito de esperar por novas informações para decidir entre investir agora ou no futuro.
Escalonamento dos investimentos	<i>CALL</i>	Direito de prosseguir ou interromper as fases de desenvolvimento, dado o resultado da fase anterior.
Redimensionamento da escala de produção	<i>CALL/PUT</i>	Direito de expandir (contrair) a capacidade produtiva dado um mercado favorável (desfavorável).
Troca dos <i>inputs/outputs</i>	<i>CALL</i>	Direito de mudança no <i>mix</i> de produtos e na substituição de <i>inputs</i> ao longo do processo, dado as características do mercado.
Abandono do investimento	<i>PUT</i>	Direito de encerrar as operações em troca de um valor residual ou da eliminação de custos fixos.
Crescimento	<i>CALL</i>	Direito de futuramente, vir a exercer algum possível investimento em determinado empreendimento dado o resultado das pesquisas atuais.

Fonte: Amram & Kulatilaka (1999)

O valor das opções encontradas em cada projeto dependerá do ambiente de incerteza encontrado, do tempo máximo para executá-las e das características do investimento. Quanto mais instável o ambiente, mais valor terá uma opção de adiamento e expansão, semelhantes a uma *call*. Em contrapartida, quanto maior o investimento necessário conjugado ao seu alto grau de irreversibilidade, maior será o valor de uma opção de abandono ou contração,

servindo como um seguro, apresentando, portanto, características de uma *put*. A tabela 2 sintetiza a analogia entre as opções financeiras e reais, apontando, ao lado, os efeitos da variação positiva destes parâmetros no valor de opções do tipo *call* e *put*.

Tabela 2 - Analogia entre as Opções Financeiras e Reais

Opções Financeiras	Opções Reais	Impacto	Efeito sobre a <i>CALL</i>	Efeito sobre a <i>PUT</i>
Preço do Ativo	Valor Presente do Projeto	Aumento	Aumenta	Diminui
Preço de exercício	Desembolso dos investimentos	Aumento	Diminui	Aumenta
Volatilidade	Volatilidade do valor presente do projeto	Aumento	Aumenta	Aumenta
Tempo de Expiração	Máximo tempo para a realização do investimento	Aumento	Aumenta	Aumenta
Taxa Livre de risco	Taxa Livre de risco	Aumento	Aumenta	Diminui

Fonte: Amram & Kulatilaka (1999)

Discutiremos na próxima seção as características dos investimentos em P&D, buscando entender suas principais fontes de incerteza e flexibilidades gerenciais.

2.3 Avaliação de projetos de P&D na indústria farmacêutica

O processo de P&D em uma indústria farmacêutica é caracterizado por seu longo ciclo de desenvolvimento até o lançamento de uma nova droga no mercado. Além da inerente imprevisibilidade dos resultados da pesquisa, tempo e custo de desenvolvimento, as receitas futuras da comercialização se apresentam altamente imprevisíveis, dificultando, portanto, o processo de análise de investimento e tomada de decisão.

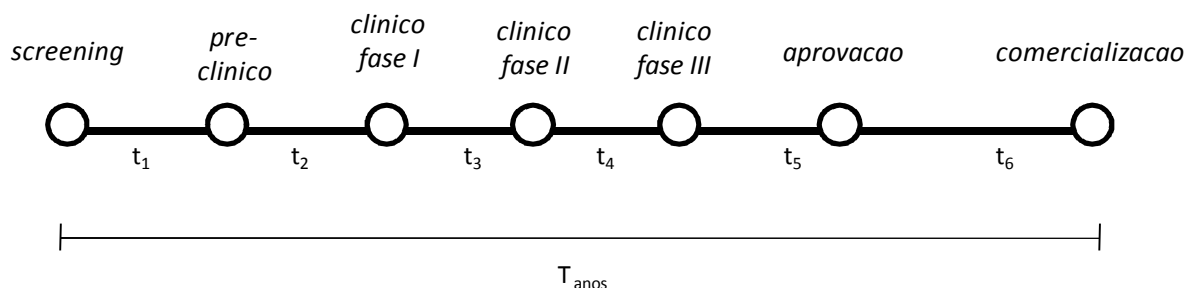
Contudo, mesmo diante deste cenário altamente nebuloso, é necessário que os gestores decidam sobre seus investimentos com grande antecedência (Bode-Greuel & Greuel, 2005), concedendo características peculiares a este processo de alocação de recursos. Abaixo descreveremos, de forma sucinta, os projetos de P&D na área médica, destacando a dinâmica do processo, suas incertezas e as flexibilidades gerenciais presentes.

2.3.1 Dinâmica dos investimentos

Os investimentos em P&D voltados para a descoberta de uma nova droga caracterizam-se, de maneira geral, por seu caráter escalonado, sendo os aportes futuros de capital condicionados ao sucesso das fases anteriores de desenvolvimento.

De maneira esquemática podemos caracterizar um típico projeto de P&D na área médica passando, necessariamente, por cinco fases distintas antes de ser levado para aprovação do órgão regulador. São elas: *screening* e desenvolvimento do princípio ativo, testes pré-clínicos e clínicos fase I, II e III (Borissiouk & Peli, 2001).

Figura 2 - Esquema do ciclo de investimentos em um projeto de P&D voltado para a descoberta de uma nova droga



Fonte: Autoria própria

A fase de *screening* representa a tentativa inicial de identificação de alguma molécula e/ou princípio ativo que apresente, inicialmente, certas propriedades bioquímicas capazes, em teoria, de combater a doença alvo. Uma das técnicas utilizadas pelos laboratórios de pesquisa consiste em colocar o agente infeccioso em contato com milhares de compostos bioquímicos, separando aqueles reagentes que apresentarem alguma atividade bioquímica anormal quando exposto a tal ambiente.

A partir da descoberta desta molécula, inicia-se a fase de testes pré-clínicos. Através de testes farmacológicos, toxicológicos e metabólicos busca-se garantir níveis mínimos de atividade biológica bem como de segurança da substância testada, antes de se iniciar os testes

clínicos em humanos. Caso os testes pré-clínicos apontem para um resultado favorável, prepare-se um documento, a ser aprovado pela comissão de ética do órgão regulador, no caso brasileiro a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), pedindo autorização para a realização dos testes clínicos em humanos.

A fase I dos testes clínicos, com duração média de 1 a 2 anos, em geral, envolve o monitoramento de 20 a 80 voluntários. O principal objetivo é avaliar os níveis de segurança, tolerância e metabolismo da droga quando administrada em humanos.

Durante a fase II, também com duração média prevista de 1 a 2 anos, os testes passam a ser realizados diretamente com pacientes que apresentem tal doença. Administrado em 100 a 300 pacientes, tem como alvo verificar a efetividade do tratamento e seus potenciais efeitos colaterais bem como obter informações sobre a dosagem ideal.

Caso os indicativos das fases I e II sejam promissores, o laboratório dará prosseguimento à fase III dos testes clínicos, mais longo e custoso que os anteriores, podendo durar em média de 2 a 4 anos, buscando levantar evidências estatísticas robustas em relação à eficácia e segurança do novo tratamento. Para a obtenção de tais evidências são realizados testes duplo-cego, comparando amostras randômicas divididas em grupos caso e controle de forma a garantir, estatisticamente, a eficácia terapêutica do tratamento.

A partir do resultado positivo apresentado na fase III, todos os relatórios contendo os resultados da pesquisa são imediatamente enviados ao órgão regulador (ANVISA), para que as análises sejam feitas. A decisão do órgão pode ser de aprovação, rejeição ou extensão das pesquisas, caso permaneça alguma dúvida.

Ao obter a aprovação do órgão regulador, o laboratório passa a possuir o direito de comercialização da nova droga, necessitando, nesta fase inicial, incorrer em pesados gastos de divulgação e força de venda, necessários para convencer a sociedade médica a preservar o novo produto.

2.3.2 Riscos e Flexibilidades

Como visto anteriormente, um típico projeto de P&D caracteriza-se por demandar investimentos sujeitos à grande incerteza mas ao mesmo tempo escalonados, reduzindo o risco ao conferir ao gestor importante flexibilidade ao longo do processo de tomada de decisão.

Em geral, este projeto estará sujeito a duas fontes de risco distintas: o risco tecnológico e o risco de mercado, sendo o primeiro endógeno e resolvido apenas com os sucessivos investimentos ao longo das fases da pesquisa (Schwartz, 2004; Childs & Triantis, 1999) e o segundo relacionado, principalmente, às incertezas futuras em relação a sua comercialização.

Especificamente em relação ao risco tecnológico, Schwartz (2004) destaca que além da significativa possibilidade de descontinuidade da pesquisa, um projeto de P&D está sujeito a grandes incertezas em relação a seus custos de desenvolvimento. Já no que tange ao risco de mercado, um projeto de P&D estará sujeito à incerteza do preço futuro praticado e da demanda por determinada aplicação.

Investimentos em P&D devem, portanto, ser compreendidos como um conjunto de opções compostas do tipo arco-íris, sujeitas a diversas fontes de incerteza. Apesar do alto risco, as flexibilidades agregam significativo valor ao projeto de P&D.

As opções de escalonamento dos investimentos, segundo Newton & Paxson (2004), acrescentam valor ao projeto uma vez que permitem a avaliação de sua viabilidade técnica e econômica a cada estágio do programa, permitindo uma reavaliação a medida em que novas informações cheguem e resolvam determinada incerteza técnica (Childs & Triantis, 1999). Desta forma, o gestor pode limitar os gastos com um programa fadado ao fracasso, reduzindo o prejuízo e redirecionando seus recursos para outros projetos mais promissores.

Diversos autores discutem o papel do escalonamento dos investimentos não só pelo lado da flexibilidade introduzida mas também à luz do conflito de agência, defendendo a tese de que tal mecanismo de contingenciamento favorece um alinhamento de interesses entre agente (investidor) e principal (pesquisador/empreendedor), pois o objetivo do primeiro, elevar o valor do negócio, deverá ser alimentado pelo objetivo do último, maximizar a probabilidade de recebimento de novos aportes (Hsu, 2008)

Intimamente ligada à característica de escalonamento dos investimentos, a possibilidade de licenciar um projeto pouco promissor, dado a piora do cenário econômico, por exemplo, confere à empresa uma opção de abandono, cujo valor será tão maior quanto mais avançada a pesquisa estiver em sua fase de testes e quanto maior for sua probabilidade de sucesso (Borissiouk & Peli, 2001). A existência de uma patente também ajudará a elevar o valor econômico desta opção de saída, uma vez que se traduz em uma barreira de entrada a potenciais concorrentes.

Também relacionada à característica escalonada dos investimentos, a opção de espera, na visão de Borissiouk & Peli (2001), não adiciona valor ao projeto de P&D uma vez que as incertezas tecnológicas não serão resolvidas apenas com o passar do tempo e sim com o aprendizado adquirido ao longo dos estágios da pesquisa. Os mesmos autores também defendem que um potencial ganho pela espera da redução no nível de volatilidade do mercado acaba sendo completamente dominado pelas vantagens obtidas pelo *first mover* (Newton & Paxson, 2004 *apud* Kulatilaka & Perotti, 1998), impelindo as empresas a acelerarem seus esforços de pesquisa.

De forma semelhante, as opções de troca, representadas por substituição de insumos e mudança no *mix* de produtos não adicionam valor à atividade de P&D uma vez que mudanças na composição de determinado medicamento devem ser autorizadas pela agência reguladora, envolvendo novos riscos (Borissiouk & Peli, 2001).

Por fim, externalidades que por ventura surjam ao longo do programa de P&D primário podem vir a inaugurar novas linhas de estudo e potenciais aplicações derivadas a partir da pesquisa inicial – *growth options* – (Ho & Li, 2003), acrescentando, conseqüentemente, valor ao projeto original, seja pelo acréscimo de uma potencial fonte de receita (Loch & Bode-Greuel, 2001 *apud* Kester, 1984, p.154), seja pela redução dos riscos de desenvolvimento das novas aplicações (Childs & Triantis, 1999).

Contudo, principalmente em se tratando das opções de crescimento, deve-se tomar um grande cuidado em não se criar um mundo deveras otimista e, por sua vez, irrealista, inflando o preço dos ativos com oportunidades pouco prováveis de serem exercidas. Na seção 2.4 discutiremos algumas das limitações para o uso das Opções Reais bem como alguns aspectos que ainda geram grande resistência ao seu uso como ferramenta de análise econômica.

Além destas opções naturalmente presentes em um projeto de P&D, arranjos contratuais também podem produzir flexibilidades gerenciais. Este tipo de opção será abordado na próxima seção.

2.3.3 Cláusulas Contratuais: um enfoque à luz das Opções Reais

Em geral, além das flexibilidades gerenciais relativas a decisões operacionais de interrupção da produção, redimensionamento de escala e mudança do *mix* de insumo/produto e ao *timing*, possibilidade de abandono e capacidade de escalonamento dos investimentos,

Amram & Kulatilaka (1999, p.92) citam que outras opções podem ser “artificialmente” criadas via acordos contratuais.

Cossin & Leleux & Saliassi (2002) enfatizam em seu artigo que num primeiro momento, a extrema inabilidade dos analistas em avaliarem uma empresa *start-up*, altamente inovadora e orientada ao rápido crescimento, poderia se traduzir em paralisia deste mercado de risco, afetando, conseqüentemente, sua liquidez.

Contudo, esta hipótese não se verifica na prática, experimentando esta indústria, anualmente, um crescimento a taxas consistentes, tendo acumulado investimentos, desde 1970, que totalizam aproximadamente USD 466 bilhões⁹. Para responder a este aparente paradoxo, os autores encontram no trabalho Sahlman (1990) indícios de que capitalistas de risco lidam com as incertezas da avaliação financeira não dispendendo massivas horas aprimorando seus modelos ou buscando melhores estimativas, mas sim atuando ativamente no desenvolvimento do negócio e no desenho de cláusulas contratuais que favoreçam a relação risco-retorno.

Tipicamente, os instrumentos contratuais mais usados por esta indústria, e que guiam o relacionamento entre empreendedor e fundos de *venture capital*, estabelecem aportes de recursos escalonados, sujeitos a obtenção de marcos de sucesso, além de garantir preferência de liquidez e proteção anti-diluição, em caso de novos aportes (Sahlman,1990).

No presente trabalho, sob a ótica de um parceiro estratégico, neste caso uma grande fármaco, para quem deseja-se licenciar, no futuro, os direitos comerciais sobre determinada droga, o pagamento de *royalties* sobre o volume de vendas do novo medicamento, significa uma redução do risco do empreendimento, pois esta apenas comercializará a droga caso se mostre economicamente viável, elevando, como consequência, os riscos assumidos pela empresa de biotecnologia desenvolvedora do novo medicamento. A negociação de um contrato garantindo preferência nas negociações de licenciamento também agrega valor a farmacêutica, caso ao fim das fases de testes a droga se mostre bastante promissora.

Dadas as limitações de tempo e complexidade do escopo de trabalho, as análises realizadas consideraram apenas um projeto individual, chamado de Projeto Droga Natural e considerou, do lado da empresa incubada, apenas como flexibilidade gerencial a possibilidade de interrupção do projeto devido ao insucesso em determinada fase da pesquisa. Já sob a ótica

⁹ <http://www.nvca.org>, visitado em 10/07/2009

da farmacêutica, as opções modeladas foram relativas à suspensão das vendas do novo medicamento, caso não seja bem aceito no mercado e seu crescimento projetado seja abaixo do esperado.

2.4 Resistência ao uso das Opções Reais

Embora a Teoria de Opções Reais aponte claramente as falhas do método de VPL tradicional e proponha maneiras de corrigí-las, no dia a dia, o que se vê na prática é que muitas empresas ainda suportam suas análises baseadas nos velhos paradigmas, mostrando grande resistência a mudanças.

Em pesquisa realizada por Block (2007) junto às empresas da Revista Fortune 1000, as principais causas para a resistência ao uso das Opções Reais estavam relacionadas, em maior intensidade, à própria inércia e manutenção do *status quo*, sob a justificativa de que o VPL já é uma técnica comprovada, largamente utilizada pela indústria e superior a outras tradicionais, como *Payback* e TIR. Além disso, uma segunda justificativa para tamanha resistência está ligada à percepção dos gestores de que a metodologia de Opções Reais remete a um grau de sofisticação matemática deveras elevado, gerando um sentimento de que os mesmos estão fora do controle do processo de decisão, além de elevar o potencial de erros cometidos pelos analistas (Bowman & Moskowitz, 2001).

Uma terceira causa de resistência menos citada em sua pesquisa mas, também apontada por Putten & MacMillan (2004), diz respeito a percepção que alguns executivos carregam de que a modelagem financeira utilizando Opções Reais superestimaria o valor de projetos altamente incertos, estimulando os gestores a assumirem riscos em demasia e colocando, como consequência, a riqueza dos acionistas em um nível de risco acima do que eles tolerariam, em teoria.

A despeito da complexidade matemática, o próprio pressuposto de flexibilidade gerencial é posto em xeque por muitos dos respondentes, uma vez que não há garantia de que o gestor será capaz de executar a decisão apontada como ótima pelo modelo, dadas as influências pessoais em relação ao projeto e sua incapacidade, muitas das vezes, em admitir e tornar público o reconhecimento de falha no julgamento, aproximando as escolhas mais de uma aposta do que de uma opção (Copeland & Keenan, 1998).

Adner & Levinthal (2004) aprofundam a discussão sobre os limites da utilização das opções reais, tratando em seu artigo, especificamente, da dificuldade em se exercer as opções de abandono, sugerindo que nem todos os processos *path-dependents* devem ser entendidos e modelados segundo tal lógica.

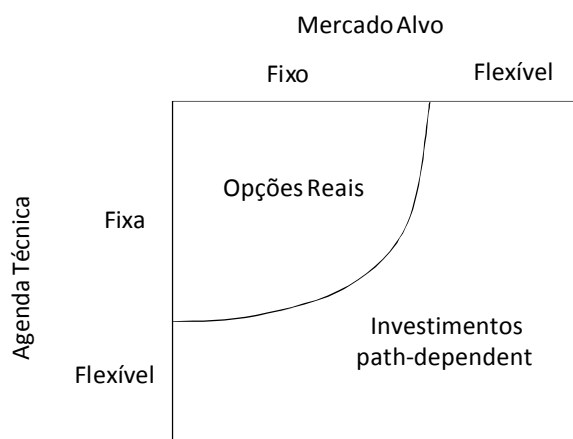
Para os autores quanto maior o potencial de novas descobertas maior a dificuldade de se estabelecer uma data de expiração para o exercício do abandono, levando-os a acreditar que o contexto organizacional e os atores envolvidos influenciam na decisão e, portanto, devem ser considerados na hora de se modelar determinada realidade à luz das Opções Reais.

Adner & Levinthal citam Bower (1970) para reforçar seus argumentos de que o próprio sistema de alocação de recursos e as diferentes perspectivas e incentivos internos dos *stakeholders* envolvidos inserem no contexto de tomada de decisão um ingrediente político, desconectando, assim, as decisões de investimento da esfera puramente estratégica/financeira.

Por fim, ambos apontam o modelo mental do gestores, ancorados na escalada de comprometimento (Staw, 1981 *apud* Adner & Levinthal, 2004) e na tendência natural de excesso de confiança (Camerer & Lovallo, 1999 *apud* Adner & Levinthal, 2004) como justificativa para defender seus argumentos de existência de uma fronteira separando processos *path-dependents* daqueles que realmente apresentam características de Opções Reais.

A figura 3 e a tabela 3 abaixo ilustram os eixos propostos pelos autores para caracterizar a real fronteira de aplicação de uma opção real, separando-a dos demais processos *path-dependents*.

Figura 3 - Distinção entre investimentos com características de Opções Reais e *path-dependence*.



Fonte: Adaptado de Adner & Levinthal (2004)

Tabela 3 - Descrição de potenciais cenários, conjugando as variáveis agenda técnica e definição do mercado alvo

	MERCADO ALVO DEFINIDO	MERCADO ALVO INDEFINIDO
AGENDA TÉCNICA DEFINIDA	Na ausência de expiração, a organização pode manter uma opção indefinidamente aberta até que as condições melhorem. <i>“As coisas irão melhorar”</i>	Sinais negativos do mercado podem levar a empresa a buscar intervenções no Mercado ou novos potenciais mercados. <i>“Podemos tentar outra coisa para outro mercado alvo”</i>
AGENDA TÉCNICA INDEFINIDA	Esforços extra de desenvolvimento sempre carregam a esperança de se reverter sinais negativos do mercado. <i>“Podemos nos empenhar mais”</i>	Diversos graus de liberdade para guiar a pesquisa ao sucesso <i>“Podemos fazer isto funcionar”</i>

Fonte: Adaptado de Adner & Levinthal (2004)

Em resumo, embora as Opções Reais, conceitualmente, encontrem justificativas que reforcem sua superioridade técnica em relação ao VPL, sua utilização como ferramenta de análise financeira, até o presente momento, não avançou na velocidade imaginada por Copeland & Antikarov (2001) e, talvez, continue a encontrar grande resistência devido à complexidade matemática exigida em seus cálculos e por estarem sujeitas à influência de distintos *stakeholders* não necessariamente alinhados ao objetivo comum de aumento da riqueza do acionista. O valor de uma opção real, portanto, estará diretamente relacionado a habilidade dos gestores em identificá-las e exercê-las.

Na próxima seção abordaremos a metodologia aplicada nesta dissertação, justificando o tipo de pesquisa escolhido, descrevendo os procedimentos para coleta de dados bem como apontando as limitações da pesquisa.

3 METODOLOGIA

O objetivo do estudo é calcular o valor das Opções Reais presentes em uma empresa *start-up*, imersa em um ambiente altamente volátil, de forma a verificar a superioridade desta técnica frente a tradicional avaliação por VPL, reforçando, assim, indícios de que as técnicas tradicionais acabam por subavaliar ativos sujeitos a ambientes de extrema incerteza mas que apresentam certa flexibilidade gerencial.

Nas seções a seguir serão detalhados o tipo de pesquisa escolhido, a forma de coleta de dados bem como a metodologia de cálculo escolhida para a modelagem financeira.

3.1 Tipo de Pesquisa

Segundo Vergara (1997), a escolha do tipo de pesquisa depende fundamentalmente dos fins objetivados e dos meios de investigação utilizados. Para a presente dissertação, o tipo de pesquisa escolhido foi o estudo de caso. A decisão de se realizar uma investigação empírica levou em consideração duas principais motivações.

A primeira vai ao encontro do que propõe Yin (2005), ao considerar um estudo de caso o tipo de pesquisa adequado quando os limites entre o fenômeno contemporâneo investigado e o contexto no qual está inserido não se encontram claramente delimitados.

A segunda, muito bem interpretada por Gil (1987, p.44), está correlacionada a própria automotivação e interesse do pesquisador na aplicação, utilização e consequências práticas imediatas do projeto, dada uma realidade circunstancial.

O tipo de pesquisa que mais se adequava ao objetivo perseguido era, portanto, de acordo com Vergara (1997), a realização de uma pesquisa aplicada dada a natureza restrita da amostra e a finalidade prática da mesma, utilizando-se como meio de investigação o estudo de caso de uma empresa incubada na BioRio, localizada na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no *campus* da Ilha do Fundão e dada, principalmente, a intenção de se realizar uma análise profunda e detalhada da avaliação financeira de uma empresa de alta tecnologia, utilizando-se a metodologia de Opções Reais, de modo a identificar uma maior adequação desta técnica para a avaliação de empresas *start-ups*, desenvolvedoras de alta tecnologia e sujeitas a um ambiente de alta incerteza.

Em resumo, a escolha do tipo de pesquisa levou em consideração o interesse do próprio pesquisador na aplicação prática do conhecimento sobre análise de investimentos, a raridade de estudos sobre o tema no Brasil e a singularidade do caso investigado.

3.2 Metodologia de Avaliação das Opções Reais

Realizamos a avaliação das opções reais a partir do modelo binomial discreto proposto por Cox, Ross & Rubinstein (1979), utilizando como ferramenta de apoio o software DPL[®] que nos auxiliará na modelagem da árvore de decisão do projeto.

A preferência pela modelagem matemática em tempo discreto justifica-se pela própria dinâmica dos investimentos em P&D, onde novas informações relevantes, em geral, chegam de tempos em tempos, coincidindo com os momentos de decisão sobre a continuidade ou não da pesquisa (Loch & Bode-Greuel, 2001, Borissiuk & Peli, 2001).

A metodologia aplicada nesta dissertação para a avaliação financeira do projeto segue três passos e deve ser entendida como um complemento à análise tradicional por VPL e não substituta (Putten e MacMillan, 2004). De forma esquemática, a metodologia de cálculo segue os seguintes passos:

Figura 4 - Descrição da metodologia para o cálculo das Opções Reais



Primeiramente, determinou-se o VPL estático do projeto a partir das técnicas tradicionais de avaliação financeira, servindo este valor como caso base. Para esta etapa devemos definir além das premissas operacionais, a estrutura de capital e o custo de oportunidade das fontes de financiamento, a fim de calcularmos o custo médio ponderado de capital (WACC) do empreendimento.

Num segundo momento, modelou-se as incertezas do problema. As de cunho tecnológico foram tratadas de forma probabilística a partir da visão da empresa BioNatural em relação às expectativas de sucesso e fracasso de cada fase da pesquisa. Já as incertezas de mercado, representadas no caso estudado, pela evolução da participação de mercado da nova droga, foi modelada segundo um processo de difusão estocástico geométrico *browniano* (MGB).

Diferentemente da literatura tradicional sobre Opções Reais, que considera em seus trabalhos o retorno do projeto como incerteza fundamental, distribuído de forma normal e sujeito a perturbações estocásticas, hipótese largamente aceita no mundo financeiro, optamos, nesta dissertação, por modelar diretamente a incerteza sobre a taxa de crescimento da participação de mercado futura da nova droga, por acreditar ser esta a variável de maior impacto direto sobre o valor do projeto e por ser ela, na prática gerencial, o principal direcionador da decisão sobre a manutenção ou não de uma nova droga no portfólio de vendas de uma farmacêutica.

Seu processo de difusão estocástico pode ser representado de acordo com a seguinte equação diferencial:

$$dMS = (\text{cagr} \times MS) dt + (\sigma \times MS) dz, \text{ onde:}$$

MS = participação de mercado no instante t

cagr = taxa de crescimento anual do *participação de mercado*

σ = volatilidade do *participação de mercado*

$dz = \epsilon dt^{1/2}$, onde $\epsilon \sim N(0,1)$ representa o incremento de Wiener padrão

Cabe ressaltar que a modelagem binomial neutra a risco exige que do termo de tendência (*drift*) do MGB seja descontado um fator de prêmio de risco, permitindo, assim, que os fluxos de caixa sejam trazidos a valor presente pela taxa livre de risco da economia.

Em se tratando de ativos de mercado, este prêmio de risco, em teoria, é uma medida conhecida e estabelecida pelos agentes econômicos de acordo com sua percepção e grau de aversão ao risco. Um dos modelos de apreçamento de risco mais utilizados, apesar das críticas e limitações conhecidas, é o CAPM, que estabelece que o custo de capital próprio, $K_e = r_f + (E[R_m] - r_f)$, é função direta da taxa livre de risco da economia (r_f) adicionado de um prêmio de risco da atividade, representado por $PR = (E[R_m] - r_f)$. Desta forma, o termo de tendência (*drift*) do MGB, descontado o prêmio de risco embutido em seu cálculo, retorna exatamente a própria taxa livre de risco.

Contudo, para ativos cujos mercados são ditos incompletos, embora a analogia persista, é necessário recorrermos a métodos indiretos para o cálculo do prêmio de risco da variável em questão, de forma a determinarmos o valor do termo de tendência (*drift*) neutro a risco.

Hull (2003) apud (Brandão & Saraiva, 2007) propõem uma aproximação para o cálculo do prêmio de risco de um ativo não negociável no mercado a partir do prêmio de risco do retorno do projeto dado pelo modelo CAPM. Contudo, esta abordagem não se apresenta tão intuitiva.

Uma outra maneira de se realizar este cálculo, mais simples e intuitiva, utilizada por Freitas & Brandão (2009) é recorrer a um cálculo iterativo, utilizando-se para isso a função “Atingir Meta” do Excel, de forma a buscarmos uma aproximação do valor do prêmio de risco embutido no termo de crescimento da *participação de mercado* da nova droga, valendo-se do fato de que o VPL esperado do projeto descontado a taxa de custo de oportunidade da empresa (WACC) deve ser exatamente idêntico ao VPL neutro à risco descontado à taxa livre de risco.

Tal condição pode ser expressa algebricamente segundo a seguinte igualdade:

$$\frac{\frac{t}{1} \text{ FCL (MS)}}{(1 + wacc)^t} = \frac{\frac{t}{1} \text{ FCL (MS}_{rf})}{(1 + wacc - pr)^t}$$

onde,

$$dMS = [\text{cagr} \times MS] dt + [\quad \times MS] dz ,$$

$$dMS_{rf} = [(\text{cagr} - pr) \times MS_{rf}] dt + [\quad \times MS_{rf}] dz,$$

pr = prêmio de risco de MS_{rf} .

FCL (MS) = fluxo de caixa livre do projeto descontado a $wacc$

FCL (MS_{rf}) = fluxo de caixa livre do projeto descontado a taxa livre de risco

Determinada a volatilidade e o prêmio de risco implícito do processo estocástico foram calculados os parâmetros \underline{u} e \underline{d} , representando, respectivamente, a magnitude dos movimentos

de subida e descida emulados pelo ativo base, bem como o valor da probabilidade neutra a risco p e seu complemento $(1-p)$.

Por fim, representando o passo 3 de nossa metodologia, partiu-se para a construção da árvore de decisão. Inicialmente, modelou-se a malha binomial sem a incorporação dos nós de decisão de forma a se validar o modelo. No primeiro momento testou-se o caso base, conferindo se o resultado obtido correspondia exatamente ao VPL estático. Em seguida, se incorporou as opções que permitirão a escolha, a priori, de um conjunto de decisões ótimas que venham a maximizar o valor do projeto em um determinado período de tempo.

Sobre este tópico, Brandão, Dyer & Hahn (2005) chamam a atenção para o uso “ingênuo” da técnica de árvore de decisões. Construir a árvore de decisão sem considerar a alteração de riscos em cada nó de decisão leva a uma precificação errônea das flexibilidades gerenciais embutidas no projeto. Para evitar esta falha na avaliação, emula-se, na última etapa da metodologia, a árvore de decisões através da abordagem neutra a risco de forma a encontrar o VPL do projeto, considerando a existência de flexibilidades gerenciais.

Ao final do terceiro passo, obteve-se um novo resultado para o VPL, chamado pela literatura de VPL expandido ou estratégico. A diferença entre os resultados das duas avaliações (VPL expandido – VPL estático) representou o valor das Opções Reais presentes no projeto. Algebricamente, o valor das opções reais pode ser expresso como:

$$\text{OR} = \text{VP}_{\text{projeto com flexibilidade}} - \text{VP}_{\text{projeto sem flexibilidade}}$$

A seguir, serão descritos os procedimentos realizados para a coleta dos dados utilizados neste estudo de caso.

3.3 Coleta de dados

A escolha do estudo de caso como método de investigação requer alguns cuidados do pesquisador de forma a obter bons resultados. Devido a ausência de rotina e tamanha imprevisibilidade encontrada em campo, Yin (2005) recomenda que um bom pesquisador, embora deva possuir um plano formal de investigação, apresente alta adaptabilidade, sendo capaz de revisar rapidamente suas evidências, julgar a necessidade de buscar evidências adicionais e formular novas perguntas, chegando ao final da pesquisa não de forma linear, mas através de um caminho sinuoso, cheio de desvios e adaptações.

Considerando as idas e vindas características de um estudo de caso, as fontes de dados mais utilizadas, segundo o autor, originam-se, basicamente, de seis formas distintas de observação de evidências: documentos, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos.

No presente estudo, basicamente, foram utilizados o Plano de Negócios da empresa BioNatural, fonte de dados secundárias e públicas, além de outras formas documentais de informação bem como entrevistas com o próprio empreendedor como forma de levantar as informações necessárias tais como projeções de receita, custos e investimentos previstos para os próximos 20 anos, bem como a identificação das principais fontes de incerteza e flexibilidades gerenciais, objeto da modelagem de Opções Reais, suportando, assim, a modelagem financeira das empresas objeto do estudo de caso.

Duas entrevistas realizadas junto a um gerente comercial da Merck/Serono permitiram levantar informações relevantes quanto aos custos operacionais e despesas comerciais relacionados ao lançamento de um novo medicamento.

O processo de coleta de dados foi dividido em duas etapas distintas. Num primeiro momento foram investigadas 3 empresas incubadas na BioRio e no Parque Tecnológico, buscando selecionar o melhor caso, após o entendimento inicial do modelo de negócios de cada empreendimento e, principalmente, a identificação de flexibilidades gerenciais que, por ventura, pudessem ser modeladas. Outro corte considerado foi a existência de registros documentados e estruturados (Plano de Negócio, planilhas com projeções financeiras) que retratassem os planos estratégicos futuros imaginados pelo próprio empreendedor.

A segunda etapa, já restrita à empresa selecionada, se resumiu à compreensão detalhada das projeções do negócio, tendo sido as informações obtidas a partir da análise do Plano de Negócios e outras fontes documentais, de forma a compreender, com maior profundidade, o modelo de negócios proposto e as projeções financeiras. Também foram utilizadas entrevistas diretas com o empreendedor, como forma de construir, em conjunto, a modelagem financeira proposta no estudo, captando a percepção do mesmo sobre os possíveis cenários e o grau de incerteza dos principais direcionadores de valor.

Informações de mercado como a taxa livre de risco e o custo de oportunidade do projeto foram obtidas a partir dos sites do Tesouro Direto e do Damodaran, visitados em 23/01/2010.

3.4 Limitações da pesquisa

3.4.1 Limitações do método de pesquisa

Embora permita uma análise mais profunda e exaustiva de poucos objetos, quando comparado com outros métodos de investigação, a escolha do método de estudo de caso carrega algumas limitações destacadas abaixo:

- a. Impossibilidade de generalização dos resultados obtidos com o estudo (Gil, 1987), uma vez que a empresa estudada e o projeto avaliado possuem características próprias não comparáveis diretamente a outras empresas do mesmo tipo.
- b. Possível existência de ruídos na comunicação durante as entrevistas, devido a má formulação ou má compreensão do significado dos questionamentos por parte do entrevistado além da possível influência do entrevistador em busca de suas respostas, afetando a consistência e coerência das informações levantadas, levando, conseqüentemente, a uma modelagem financeira menos fiel à realidade proposta.
- c. Restrito grupo entrevistado, principalmente no que tange à busca por informações operacionais de uma farmacêutica pode enviesar a avaliação financeira do projeto.
- d. Pouca profundidade no estudo do setor farmacêutico e grande limitação ao acesso de informações de mercado, tanto históricas quanto projetivas, pode empobrecer a qualidade das premissas estabelecidas.

Desta forma, devido a uma série de limitações, este estudo possui apenas um caráter indicativo, residindo seu valor mais na discussão e aplicação do método proposto do que nos resultados da avaliação propriamente obtidos.

3.4.2 Limitações da metodologia de avaliação de Opções Reais

A primeira limitação do modelo trata-se de uma limitação própria da análise do VPL estático em relação ao uso do CAPM para se calcular a taxa de desconto adequada ao risco do projeto.

A segunda limitação relaciona-se ao fato da variável modelada ser um ativo não negociado em mercado e, portanto, incapaz de ser replicado, podendo significar que seu uso como ativo subjacente pode vir a acarretar em um grande erro metodológico, resultando em uma má precificação das opções quando da utilização da abordagem neutra a risco.

A terceira e, talvez, maior limitação do modelo diz respeito à escolha do processo estocástico que emulasse o comportamento do crescimento da *participação de mercado* do novo medicamento ao longo dos anos de comercialização.

De forma teórica, os estudos voltados para a área de novos produtos costuma caracterizar o crescimento das vendas de qualquer novo produto como seguindo uma curva em forma de S, possuindo um período inicial de rápido crescimento, seguido de uma desaceleração do ritmo de crescimento, atingindo ao final um estágio de maturação do mercado e da expansão das vendas, passando estas a responderem a um crescimento orgânico, em linha com a indústria e seus competidores.

A escolha do processo estocástico geométrico *browniano* para representar estatisticamente os 3 estágios de evolução das vendas da nova droga parece representar com mais acurácia apenas o primeiro período de rápida expansão, por aproximar o movimento a uma curva exponencial.

Para os períodos subsequentes de desaceleração e estagnação do ritmo de crescimento, acredita-se que a projeção do crescimento das vendas por curvas exponenciais acabe por subestimar a receita futura e conseqüentemente o valor da empresa.

Talvez uma função estocástica mais genérica (em forma de S, representando o ciclo de lançamento de um novo produto), que consiga representar um trecho da curva emulando um crescimento exponencial, seguido de outros dois segmentos que modelem a desaceleração e estagnação das vendas.

Contudo, embora reconhecida tal limitação, devido ao desconhecimento de uma outra função que modelasse uma curva para o crescimento esperado das vendas da nova droga de forma mais acurada, optou-se por utilizar o movimento geométrico *browniano* como aproximação do crescimento da *participação de mercado* do novo medicamento.

Apesar deste processo estocástico não ser a melhor representação matemática do crescimento das vendas da nova droga, estimou-se que o erro médio represente apenas 3% da *avaliação financeira* base do projeto, não implicando em um erro significativo na avaliação do investimento.

Por fim, muitas das variáveis consideradas no problema podem apresentar correlações entre si e até autocorrelações ao longo do tempo. Portanto, algumas premissas utilizadas na modelagem podem super ou subestimar o valor do projeto.

4 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado na empresa, de nome fictício, BioNatural, de capital 100% nacional, incubada no Pólo de Biotecnologia do Rio de Janeiro, localizada no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro, tendo como foco de atuação o desenvolvimento de pesquisas de novas drogas fitoterápicas a partir de extratos vegetais encontrados na flora brasileira.

Detentora de direitos de catalogação e coleta de extratos vegetais oriundos dos mais diversos biomas brasileiros, a BioNatural enfrenta atualmente o desafio de valorar corretamente este ativo intangível. Como ponderar os enormes riscos e oportunidades atrelados aos resultados das futuras pesquisas?

Ao longo desta seção será contextualizada a história da empresa bem como seus atuais desafios. Também será descrito em mais detalhes o projeto a ser licenciado e objeto de futuras negociações com potenciais parceiros.

4.1 Histórico

A empresa BioNatural organizou-se, em 1999, como uma Sociedade Limitada, em torno de um contrato de parceria com a Farmacêutica X¹⁰, à época o maior contrato de terceirização tecnológica entre uma multinacional farmacêutica e uma empresa de P&D ao sul da linha equatorial.

Tal parceria foi desfeita três anos mais tarde, após a fusão entre a Farmacêutica X e outra grande Farmacêutica Y. Como resultado desta união, a parceria antes existente deixou de fazer sentido estrategicamente para o novo grupo, focado no desenvolvimento de pesquisas na área de biologia molecular, sendo encerrada ao final do ano de 2002.

Investidores anjos e fundos de *venture capital*, antes sócios desta parceria, também preferiram sair do negócio, obrigando o Sr Carvalho a liquidar a empresa Bio Natural. A proposta dos acionistas era vender o Banco de Extratos coletados nos últimos 3 anos para a própria Farmacêutica X, gerando caixa para distribuir entre os sócios investidores.

O Sr Carvalho, dono e empreendedor do negócio, acreditava que o valor oferecido pelo Banco de Extratos já coletado estava muito abaixo do potencial de receita que ele poderia vir

¹⁰ Nome fictício para preservar a confidencialidade dos dados

a significar no futuro. Acreditando neste potencial, após longas negociações com os fundos de investimento, o Sr Carvalho acertou a compra da totalidade das ações nas mãos dos investidores, dando prosseguimento às pesquisas iniciadas em conjunto à Farmacêutica X.

Embora desfeita a parceria, a BioNatural deu continuidade aos seus trabalhos de coleta e catalogação de extratos naturais encontrados nos diversos biomas do país, reunindo hoje, em sua extratoteca, um catálogo de cerca de 5.000 espécies vegetais nativas, oficialmente autorizado pelo Conselho de Patrimônio Genético do Ministério do Meio Ambiente, correspondendo a mais de 31.000 amostras vegetais para testes biológicos.

O resultado das pesquisas conduzidas na última década significa hoje para a BioNatural um pipeline de 683 extratos vegetais com forte atividade direta ou indireta contra seis alvos de interesse médico-farmacêutico: infecções estafilocócicas multi-resistentes; doença pulmonar obstrutiva crônica; hepatite C; doença de Chagas; diabetes II e tuberculose.

Sem conseguir estabelecer uma nova parceria estratégica, a BioNatural buscou levantar recursos a fundo perdido através de linhas de financiamento específicas, voltadas à inovação, oferecidas pelo governo Federal através do sistema FAPERJ-FINEP. Até o final de 2008, já havia conseguido dois empréstimos a fundo perdido no total de R\$ 3,6 MM, suficientes para financiar os testes clínicos de uma nova droga para prevenir infecções estafilocócicas multi-resistentes e a fase de screening de uma nova droga capaz de combater a tuberculose.

Para os próximos anos, a BioNatural pretende levantar mais recursos para financiar as outras linhas de pesquisa e continuar a expansão de seu Banco de Extratos, agregando espécies de outros biomas, como a Floresta Amazônica e o Cerrado brasileiro.

Um dos grandes desafios para o futuro será valorar precisamente os ativos intangíveis da empresa. Quanto deverá pagar uma grande farmacêutica interessada em se tornar sócia deste empreendimento e desenvolver novas pesquisas em conjunto?

4.2 Etapas do P&D de um novo medicamento

Um típico projeto de P&D na área de biotecnologia compreende, de forma esquemática, dois grandes momentos distintos: o primeiro de descoberta do princípio ativo para desenvolvimento de pesquisas clínicas e a posterior comercialização da droga (Borissiouk & Peli, 2001).

A primeira fase dos estudos, intensiva em pesquisa, contempla o financiamento das etapas de *screening* e desenvolvimento molecular, tendo como objetivo compreender o mecanismo que provoca determinada doença e identificar e isolar as estruturas moleculares que potencialmente venham a ser capazes de combatê-la.

Esta fase da pesquisa, embora não exija grandes somas de recursos, se caracteriza por um elevado risco, sendo comum o aporte de *seed money* por fundos especializados em *venture capital* ou de *angels* ou das próprias farmacêuticas, caso tenham grande interesse na linha de pesquisa desenvolvida e desde o início queiram garantir opções de preferência em novos aportes.

Caso os resultados iniciais sejam animadores, dá-se prosseguimento à pesquisa, focada a partir desta fase na realização de análises laboratoriais, iniciamente realizadas em animais (pré-clínico), buscando medir os níveis de toxicidade e o grau de absorção da potencial droga em estudo, para posteriormente dar início às fases I e II dos testes clínicos em humanos, onde busca-se mensurar a eficácia do produto bem como reportar a existência de potenciais efeitos colaterais, de forma a garantir níveis mínimos de confiança para a administração humana.

O financiamento desta fase exige um aporte mais substancial de recursos. Em geral, novamente os agentes financiadores desta fase são fundos de *venture capital* especializados na área de biotecnologia, pois o projeto ainda envolve um grande risco, embora o registro de uma patente, comum durante esta fase, já reduza um pouco o grau de incerteza do empreendimento, pois passa-se a existir uma garantia real, embora de difícil valoração.

É comum serem executados, nesta fase, instrumentos contratuais que garantam a opção de preferência de novos aportes, que acabam servindo como um sinal de confiança ao mercado sobre a crença no sucesso da pesquisa.

A última fase dos testes clínicos consiste em uma comprovação estatística de todos os resultados das análises anteriores reunidos em um relatório técnico a ser aprovado pelo órgão regulador do sistema de saúde. No caso brasileiro, a Anvisa é a responsável pela aprovação da comercialização de uma nova droga.

Por ser a fase mais intensiva em capital, dada sua longa duração e número de pacientes testados, é bastante usual a busca por uma aliança estratégica entre laboratórios e grandes farmacêuticas, visando o licenciamento da nova droga. Em geral, o acordo envolve um

adiantamento ou *up front* (fixo) mais a promessa do pagamento de *royalties* (variável) pelas vendas futuras do novo medicamento. Em contrapartida o laboratório cede os direitos comerciais da nova droga à farmacêutica que passa a arcar com o custo da fase III dos testes clínicos e de toda a burocracia para a aprovação do novo medicamento junto ao órgão regulador.

O Plano de Negócios do presente estudo de caso descreve um modelo de negócios semelhante ao da maioria dos pequenos e médios laboratórios de pesquisa na área de biotecnologia, focados apenas no P&D de base e descoberta de novas drogas, negociando os direitos de comercialização às grandes multinacionais farmacêuticas.

O aspecto singular presente neste caso é o fato de que tanto os testes pré-clínicos quanto os testes clínicos da fase I e II possuem financiamento garantido pelo governo federal brasileiro (subvenção), a fundo perdido, eliminando a necessidade de capital de risco nestas etapas. Desta forma, o Plano de Negócios a ser descrito na próxima seção contempla apenas o licenciamento da droga para um parceiro estratégico a partir da fase III dos testes clínicos, sem haver a necessidade de um potencial aporte anterior por parte de um fundo de *venture capital*.

Embora a empresa BioNatural possua hoje 6 linhas de pesquisa mais avançadas, dada a independência das pesquisas e limitação ao acesso de dados e tempo, optou-se pela modelagem financeira de um único projeto detalhado a seguir na seção 4.3.

4.3 Plano de Negócios

O projeto de pesquisa escolhido como estudo de caso visa desenvolver, pelo menos, uma aplicação fitoterápica de ação antibiótica e antifúngica cuja eficácia acredita-se ser comparável aos mais potentes medicamentos existentes no mercado atualmente, apresentando como diferencial o fato de gerar potencialmente uma menor resistência por parte dos microorganismos patogênicos, dado a origem natural dos componentes químicos da nova droga.

Inicialmente o produto será comercializado sob a forma de pomada tópica servindo para o tratamento de infecções cutâneas, sendo as mais graves, voltadas para pacientes que apresentem úlceras e queimaduras. Embora não consideradas no modelo de avaliação, futuras formas de administração do medicamento, como oral, intramuscular e intravenosa podem vir

a ser desenvolvidas após pesquisas incrementais, representando um mercado mais amplo a ser explorado.

Embora de difícil mensuração, o mercado potencial considerado para este estudo de caso, segundo dados obtidos através de um documento interno da empresa BioNatural, é de aproximadamente R\$ 125 MM, o equivalente a venda de 4 milhões de unidades em todo o ano de 2007 (vide anexo 1).

Devido à limitação de dados, tais estimativas provavelmente estão subdimensionadas por desconsiderar outros antibióticos e uma gama de antifúngicos também de aplicação tópica. Outra limitação do estudo foi a incapacidade de se obter dados que suportassem projeções para o crescimento futuro do mercado nos anos subsequentes.

Deste mercado em potencial, o Plano de Negócios da empresa estabeleceu como meta atingir uma *participação de mercado* de 20% ao final do sétimo ano de comercialização. Após este período, as vendas se estabilizariam, passando a crescer de forma orgânica, em linha com o resto da categoria.

O cronograma de investimentos para os testes clínicos está orçado em R\$ 5,5 MM (vide apêndice 2), sendo R\$ 3,0 MM garantidos pelo governo federal através de um programa de subvenção e direcionados a realização dos testes pré-clínicos e clínicos I e II, com duração prevista de 3 anos.

A outra parcela dos recursos, de R\$ 2,5 MM, reservada à realização dos testes clínicos da fase III e para homologação do pedido de aprovação da nova droga pela Anvisa, está planejada para ser financiada por uma farmacêutica interessada em licenciar a nova droga.

A partir destes dados e outras estimativas levantadas junto a um gerente da área comercial da Merck/Serono foram projetados os fluxos de caixa do projeto, expressos em função da participação de mercado e das probabilidades de sucesso de cada fase da pesquisa. Num primeiro momento foi determinada a avaliação financeira do projeto utilizando-se a técnica de VPL tradicional para em seguida incorporar o valor das flexibilidades.

Na seção seguinte foram detalhadas todas as premissas utilizadas no modelo bem como as limitações encontradas.

4.4 Premissas do modelo

As premissas do modelo foram construídas a partir das estimativas tanto do sócio-empREENDEDOR da empresa BioNatural, em relação às perspectivas de mercado e custo de desenvolvimento da pesquisa quanto de um gerente comercial da subsidiária brasileira da farmacêutica Merck/Serono, fornecendo estimativas relativas às despesas comerciais e administrativas.

O horizonte temporal considerado nesta análise foi de 14 anos de comercialização, coincidindo com a expiração da patente a ser obtida ao final da fase II dos testes clínicos. O valor residual dos fluxos de caixa livres a partir desta data foi desconsiderado das análises.

Todos os números financeiros foram multiplicados por um fator de ajuste de forma a manter a confidencialidade das informações financeiras contidas no Plano de Negócios da empresa BioNatural.

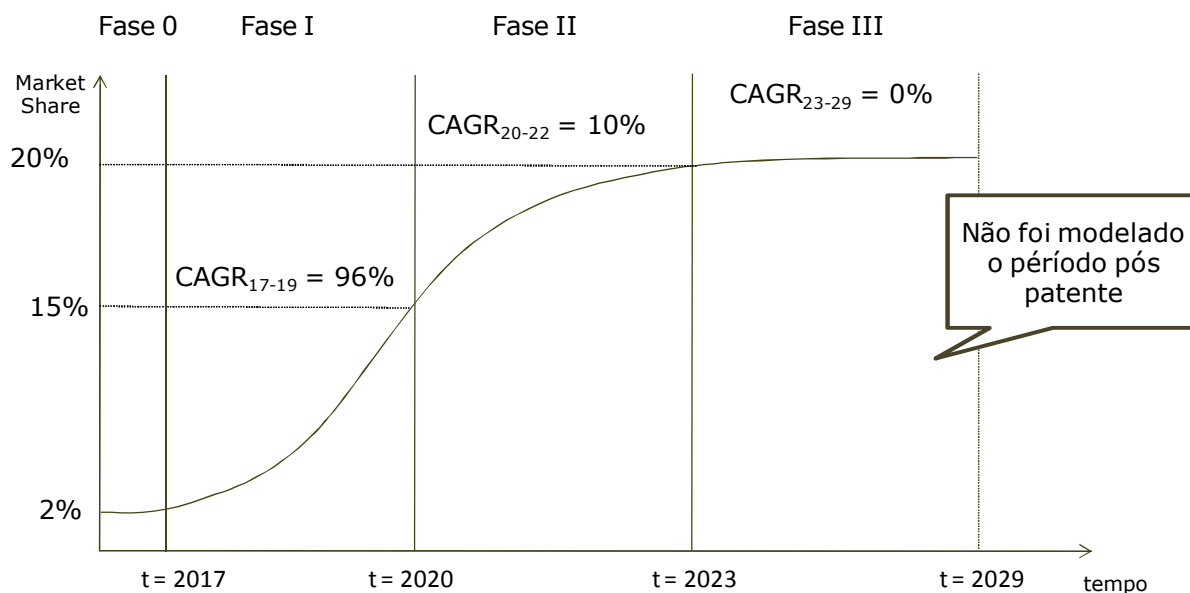
4.4.1 Projeção das Receitas

A projeção das receitas da nova pomada fitoterápica baseou-se nas estimativas de preço e demanda contidas no Plano de Negócios da empresa.

A estimativa da demanda pelo fitoterápico foi considerada em termos relativos à participação de mercado do novo medicamento. Dado o limitado acesso a fontes de dados relativas à evolução passada e projeções futuras das vendas totais de pomadas tópicas optou-se por considerar como aproximação do crescimento do mercado a taxa de crescimento da população brasileira, mesmo ciente das grandes limitações que esta premissa venha a representar para as projeções financeiras.

Como premissa para o comportamento da participação de mercado foram utilizadas as projeções estabelecidas no Plano de Negócios da BioNatural que estimavam uma participação de 20% ao final do sétimo ano de comercialização, conforme pode ser observado na figura 5 abaixo.

Figura 5 - Curva teórica do crescimento esperado do *participação de mercado* do novo medicamento



Assumiu-se que a curva de crescimento apresenta um formato S, típico para representar o lançamento de um novo produto, dividida em três fases. Uma fase inicial de rápida expansão, seguida de uma redução do ritmo de crescimento, estabilizando o ritmo de crescimento ao final de 2023. Projetou-se após 7 anos do início da comercialização uma participação de mercado em torno de 20%, passando o volume de vendas a responder mais à flutuação média do setor.

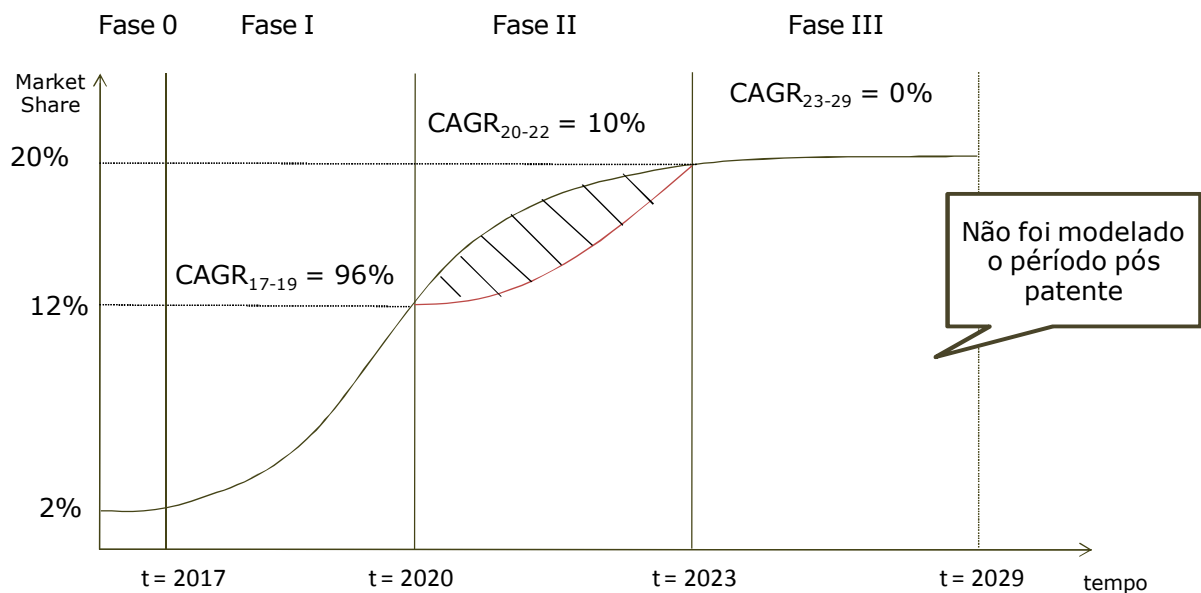
Entretanto, para podermos utilizar o modelo binomial, todas as três fases de crescimento foram modeladas segundo um processo geométrico *browniano*. A partir das projeções, o primeiro ano de comercialização garantiria à empresa BioNatural uma participação inicial de mercado da ordem de 2%.

Ao longo dos 3 anos seguintes, durante a fase de mais forte crescimento, as projeções apontam para um crescimento acumulado de 650%. Já na segunda fase, os números mostram um crescimento mais moderado, da ordem de 10% ao ano, levando a participação de mercado da nova droga a 20%. A partir do oitavo ano, a empresa BioNatural projeta crescimento nulo em relação ao mercado, crescendo sua demanda ao ritmo da média dos demais concorrentes.

Antes de discutirmos as premissas sobre a variável preço vale destacar uma distorção provocada por esta modelagem no valor do projeto. Conforme verificado na figura 6, ao modelarmos a segunda fase de crescimento também segundo um MGB (parte da curva em

vermelho), cria-se uma diferença em relação ao formato teórico projetado da curva (área hachurada).

Figura 6 – Comparação entre a curva teórica em forma de S e a curva representativa do MGB representativas do crescimento esperado do *participação de mercado* do novo medicamento



Esta diferença representa uma subavaliação financeira do projeto devido a uma subcontabilização de receitas durante este período. A fim de reduzir tal erro de cálculo, propusemos uma correção deste valor, resultado da diferença entre VPL estático cuja demanda segue uma trajetória teórica S (doravante denominado VPL^S estático) e o VPL estático cuja demanda segue um movimento geométrico *browniano* (doravante denominado VPL^{MGB} estático). Matematicamente, a subavaliação pode ser expressa por:

$$\text{valor} = \text{VPL}^{\text{S}} \text{ estático} - \text{VPL}^{\text{MGB}} \text{ estático}$$

A alternativa sugerida neste trabalho não elimina o problema da subavaliação das receitas. O autor reconhece, conforme destacado na seção de limitações da pesquisa, que a abordagem mais adequada seria modelar as curvas de maneira a incorporar este delta de valor já na modelagem das opções reais e não apenas no valor do VPL estático. Contudo, por desconhecer como realizar esta modelagem, o autor decidiu ajustar o valor do VPL estático e corrigir parte da subavaliação, reconhecendo, no entanto, que este valor deveria ser ainda maior.

O resultado desta diferença revelou uma subavaliação no valor do projeto em torno de R\$ 164.500,00, o equivalente a apenas 2% do VPL^{MGB} estático. Desta forma, ao VPL final estimado para o caso base estático, apresentado na seção 4.4.5, adicionaremos esta quantia como forma de reduzir o erro relacionado à escolha do MGB como processo estocástico representativo do ritmo de crescimento da participação de mercado.

Já em relação à variável preço dois aspectos particulares ao setor devem ser destacados. O primeiro deles é a forte regulação por parte da Câmara de Regulação do Mercado de Medicamentos (CMED), responsável por fiscalizar e estabelecer as regras que balizam o preço máximo praticado tanto pelos laboratórios fabricantes quanto pela farmácia. O segundo aspecto interessante desta indústria é seu caráter inelástico. Embora não possa ser generalizado para todo tipo de medicamento, em geral, a decisão de compra está baseada fortemente na recomendação do profissional da área de saúde independente do aspecto econômico.

Assim, apesar de reconhecermos a existência de um certo nível de incerteza em relação ao preço máximo futuramente estabelecido pelo CMED, bem como uma possível correlação inversa entre preço e participação de mercado optou-se nesta dissertação, devido a incapacidade do autor em estabelecer estas relações e por se afastar do foco da mesma, por assumir a variável preço como dada e incapaz de afetar sensivelmente a dinâmica de crescimento da *participação de mercado* planejada pela empresa BioNatural, sendo, portanto, também reconhecida como outra limitação da modelagem. Mais detalhes sobre as projeções de receita podem ser conferidas no apêndice 1.

4.4.2 Projeção dos Custos e Despesas operacionais

As premissas de custo e despesas operacionais foram construídas, principalmente, a partir das entrevistas realizadas com o empreendedor da BioNatural e o gerente comercial da Merck/Serono.

As projeções para o custo de produção foram realizadas em termos reais e refletem basicamente o custo da matéria-prima e da embalagem. Segundo estimativas da BioNatural, cada pomada teria um custo de produção em torno de R\$ 4,40 por unidade. Não incluímos nos cálculos de custo de produção qualquer fator de redução dos custos que refletisse ganhos de escala futuros uma vez que não possuíamos dados para suportar tal análise.

Em relação às despesas operacionais, boa parte dos gastos iniciais estará concentrada na divulgação do produto junto à comunidade médica, através da promoção de eventos comemorativos, distribuição de amostras grátis e realização de visitas comerciais por parte dos representantes laboratoriais. Ao longo dos primeiros 5 anos de comercialização, estimou-se despesas de marketing da ordem de R\$ 7,5 MM.

Já as despesas de distribuição foram consideradas como variáveis, representando 2% da receita líquida. Já as despesas administrativas, embora em teoria de caráter fixo, foram consideradas nesta modelagem também como um percentual da receita líquida, aproximadamente 6%.

Todas as premissas de custo do produto foram estabelecidas a partir o Plano de Negócios da BioNatural enquanto as premissas de despesas de mão de obra, administrativas e comerciais refletiram a opinião de um gerente comercial da subsidiária brasileira da Merck/Serono. Um maior detalhamento das projeções dos custos e despesas operacionais pode ser verificado no apêndice 2.

4.4.3 Projeção dos Investimentos

O atual projeto encontra-se no início dos testes pré-clínicos, sendo estimados, ao todo, 5 anos de pesquisas até o final da fase III dos testes clínicos. O orçamento total é de R\$ 5,5 MM, sendo R\$ 3 MM subvencionados por dinheiro do governo federal. A parcela dos investimentos que deverá, no futuro, ser financiada por uma farmacêutica é estimada em R\$ 2,5 MM, principalmente para custear os testes clínicos da fase III. O cronograma detalhado dos investimentos pode ser observado no apêndice 3.

4.4.4 Determinação da Taxa de Desconto

Uma vez que o Plano de Negócios da BioNatural não contempla a produção e comercialização do fitoterápico pesquisado, a taxa de desconto a ser utilizada na modelagem financeira deste projeto reflete inteiramente os riscos de uma empresa farmacêutica que virá a concluir os testes clínicos fase III e comercializar a nova droga.

Dada a preferência do empreendedor em estabelecer uma parceria estratégica que permita a expansão da comercialização de suas drogas para mercados internacionais, optamos por considerar como custo de oportunidade do projeto o WACC de uma subsidiária, atuando no Brasil.

Para o cálculo do custo de capital utilizamos um modelo CAPM global aditivo, ajustado a países emergentes, dada a ausência de empresas abertas do setor farmacêutico no mercado brasileiro. Abaixo podemos conferir a fórmula utilizada para estimar o custo de oportunidade do capital próprio.

$$K_{e, \text{R\$}, \text{real}} = r_{f, \text{US}, \text{real}} + \text{setorial} * PR_{\text{US}} + PR_{\text{BR}}$$

Apesar das críticas ao modelo, a escolha deste método tem por motivação o fato de que ele é utilizado na prática pela subsidiária brasileira da Merck/Serono, servindo como critério de decisão financeira, sem que a subsidiária tenha qualquer autonomia para questioná-lo ou arbitrar algum outro valor.

Consideramos em nossas análises uma empresa farmacêutica totalmente financiada por capital próprio, uma vez que não dispomos de estimativas para o custo da dívida para empresas do setor farmacêutico. Esta simplificação não compromete de forma significativa as análises pois, de maneira geral, o setor farmacêutico no mundo apresenta baixa alavancagem financeira.¹¹

Realizados os cálculos, chegou-se a um WACC, em termos reais e especificado na moeda nacional, de 11%. Mais detalhes sobre os procedimentos de cálculo podem ser observados no apêndice 4.

4.5 Incertezas do Projeto

Especificadas as premissas operacionais e financeiras, passamos a analisar e quantificar os riscos inerentes ao empreendimento. O projeto em questão considera duas fontes principais de incertezas. A primeira, de natureza tecnológica, se refere a imprevisibilidade dos resultados da pesquisa em cada fase dos testes laboratoriais. A segunda, originária das forças de mercado, reflete basicamente a incerteza relativa à parcela de mercado conquistada pela nova droga e a natureza da concorrência futura. Embora haja no projeto outras variáveis de caráter incerto, como preço e custo de desenvolvimento da pesquisa, estas foram tratadas de maneira determinística. Maiores referências para a modelagem estocástica dos investimentos em P&D podem ser encontradas em Pyndick (1993)

¹¹ Dados coletados por Damodarann revelam, para o setor de biotecnologia, uma relação E/(E+D) de 93%, em média, observada nos últimos 5 anos (2007 – 2003)

As incertezas tecnológicas foram tratadas de forma probabilística como em Loch & Bode-Greuel (2001) e Borissiouk & Peli (2001), ao contrário da preferência de Schwartz & Moon (2001) em modelá-las através de um processo de Poisson, atribuindo-se para cada fase um grau de probabilidade para o sucesso da pesquisa.

Já a incerteza relativa a participação de mercado obtida pela nova droga a cada ano de comercialização foi modelada segundo um processo de difusão geométrico *browniano*, de acordo com a fórmula $dS = \mu S dt + S dz$, onde μ representa a taxa de crescimento composta esperada para a participação de mercado, σ é a volatilidade do processo de difusão e $dz = dt^{1/2}$, onde $N(0,1)$ representa o incremento de Wiener padrão.

Considerou-se que durante o primeiro ano de comercialização a nova droga atingiria 2% de participação de mercado. Entre o segundo e o quarto ano de comercialização (fase I), projetou-se um rápido crescimento, dobrando a participação de mercado a cada ano, atingindo ao final deste período 15% de participação, sujeito a uma volatilidade anual estimada em 177%. Entre o quinto e sétimo ano (fase II), projetou-se uma desaceleração do crescimento da participação, alcançando 20% de participação, sujeita a uma volatilidade em torno de 40%. A partir do oitavo ano (fase III) admitiu-se que o mercado encontrará um novo equilíbrio e que, portanto, a demanda pela nova droga passa a crescer de forma orgânica, no mesmo ritmo da média de mercado. Desta forma, estimou-se um crescimento nulo da participação de mercado mas ainda sujeito a um nível de volatilidade na casa de 19%.

Para determinar a volatilidade do ritmo de crescimento recorreremos a um cálculo indireto. A partir da percepção do empreendedor, construímos intervalos de confiança que expressavam a visão do empreendedor dos valores mínimos e máximos em torno dos quais o valor médio esperado da participação de mercado poderia oscilar. A partir destes números, traduzimos estas informações em um intervalo de confiança dos valores esperados, mínimo e máxima taxa de crescimento acumulada. Assumindo uma distribuição triangular para esta variável estimou-se a volatilidade anualizada para cada uma das três fases de crescimento modeladas, conforme fórmula abaixo:

$$\text{Vol} = \left\{ \left[\frac{(\text{gac min}^2 + \text{gac moda}^2 + \text{gac max}^2)}{18} - (\text{gac min} * \text{gac moda} + \text{gac min} * \text{gac max} + \text{gac moda} * \text{gac max})/18 \right] * t \right\}^{1/2}$$

Onde,

$g_{ac \text{ min}}$ = taxa acumulada de crescimento considerando que a participação de mercado evoluiu abaixo do esperado, atingindo o valor mínimo do intervalo

$g_{ac \text{ moda}}$ = taxa acumulada de crescimento considerando que a participação de mercado evoluiu conforme o esperado, atingindo o valor esperado do intervalo

$g_{ac \text{ max}}$ = taxa acumulada de crescimento considerando que a participação de mercado evoluiu acima do esperado, atingindo o valor máximo do intervalo

t = intervalo de tempo (em anos) das fases de evolução da participação de mercado

Realizando todos os cálculos chegamos aos resultados apresentados nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Intervalo de variação do *participação de mercado* a partir das projeções contidas no Plano de Negócios

Variável	Distribuição	sh_{min}	sh_{moda}	sh_{max}
Market Share 2013	Triangular	-	2%	-
Market Share 2016	Triangular	0%	15%	30%
Market Share 2019	Triangular	0%	20%	50%

Tabela 5 – Determinação da volatilidade anualizada da taxa de crescimento do *participação de mercado*

Variável	Distribuição	$G_{Ac \text{ min}}$	$g_{AC \text{ moda}}$	$g_{AC \text{ max}}$	$vol_{\text{anualizada}}$
Crescimento Ac 2014-2016	Triangular	-100%	650%	1400%	177%
Crescimento Ac 2017-2019	Triangular	-100%	33%	233%	40%
Crescimento Ac 2020-2030	Triangular	-100%	0%	150%	19%

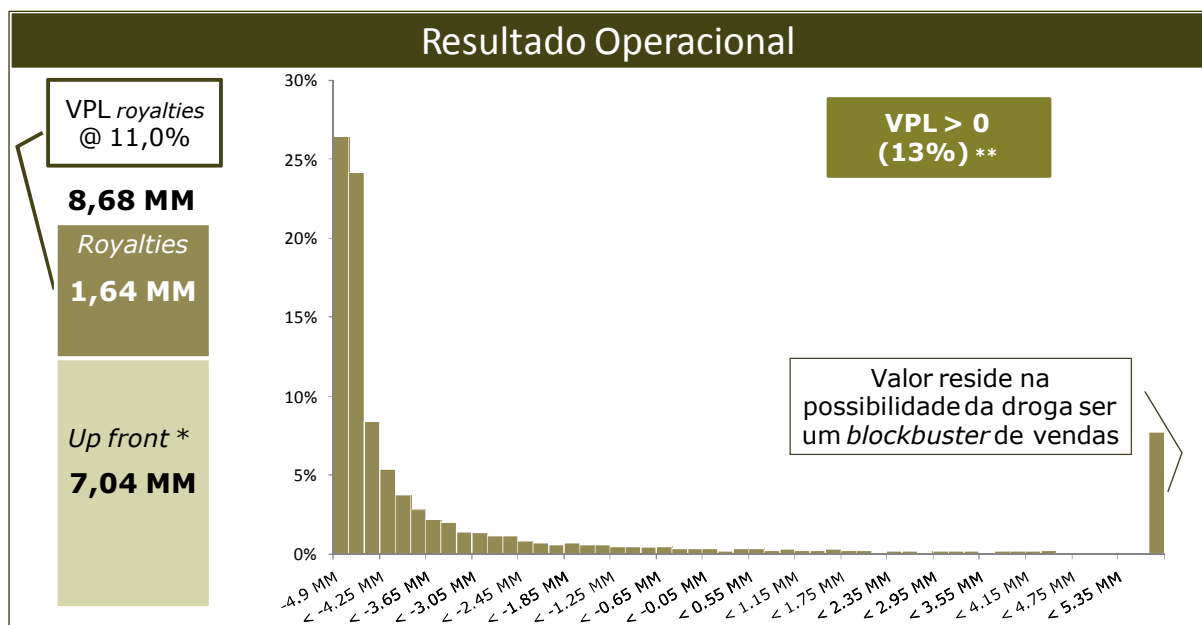
Identificadas e parametrizadas as incertezas consideradas mais significativas, passamos, na próxima seção, a detalhar os procedimentos matemáticos exigidos para a modelagem da malha binomial para, em seguida, analisarmos os resultados obtidos.

4.6 Determinação do VPL estático

Definidas todas as premissas, a modelagem financeira, ainda sem incorporar as flexibilidades existentes, apresentou um VPL esperado positivo de R\$ 7,0 MM.

Apesar de apresentar um VPL esperado positivo, a distribuição dos resultados financeiros do projeto é bastante assimétrica, revelando o grande que deste projeto. As simulações realizadas utilizando o software excel revelaram um grande risco de inviabilidade econômica da pesquisa ao projetar em 13% a probabilidade dos retornos se apresentarem abaixo da taxa mínima de atratividade, conforme pode ser observado na figura 7.

Figura 7 – VPL estático e distribuição de probabilidade do VPL



* Incluso os R\$ 164.000,00 relativos a subavaliação causada pela escolha do MGB como forma funcional da curva de crescimento do *share* de mercado

** Resultado da simulação de 10.000 iterações

4.7 Modelagem da malha binomial

4.7.1 Modelagem do Ativo Base – Projeto sem flexibilidade

Após modelarmos todas as incertezas consideradas relevantes e que afetam o valor do projeto, passamos ao passo seguinte de nosso estudo, iniciando a modelagem financeira sob a ótica das Opções Reais.

Utilizamos o método das malhas binomiais proposto por Cox, Ross & Rubinstein (1979) para emular o movimento geométrico *browniano* das três fases de crescimento do ativo base (participação de mercado).

Para fins práticos, foi necessário o cálculo dos parâmetros u , d e p , cujos valores modelados podem ser verificados abaixo, na tabela 6. Matematicamente, estes parâmetros são expressos segundo as seguintes fórmulas:

$$u_i = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad d_i = 1/u \quad p_i = \frac{[1+(CAGR_i - PR) - dt]}{[u_i - d_i]} \quad , \text{ onde}$$

u_i = representa a magnitude do movimento de subida na fase i

d_i = representa a magnitude do movimento de descida na fase i

p_i = probabilidade neutra a risco do processo na fase i

$cagr_i$ = taxa de crescimento da participação de mercado na fase i

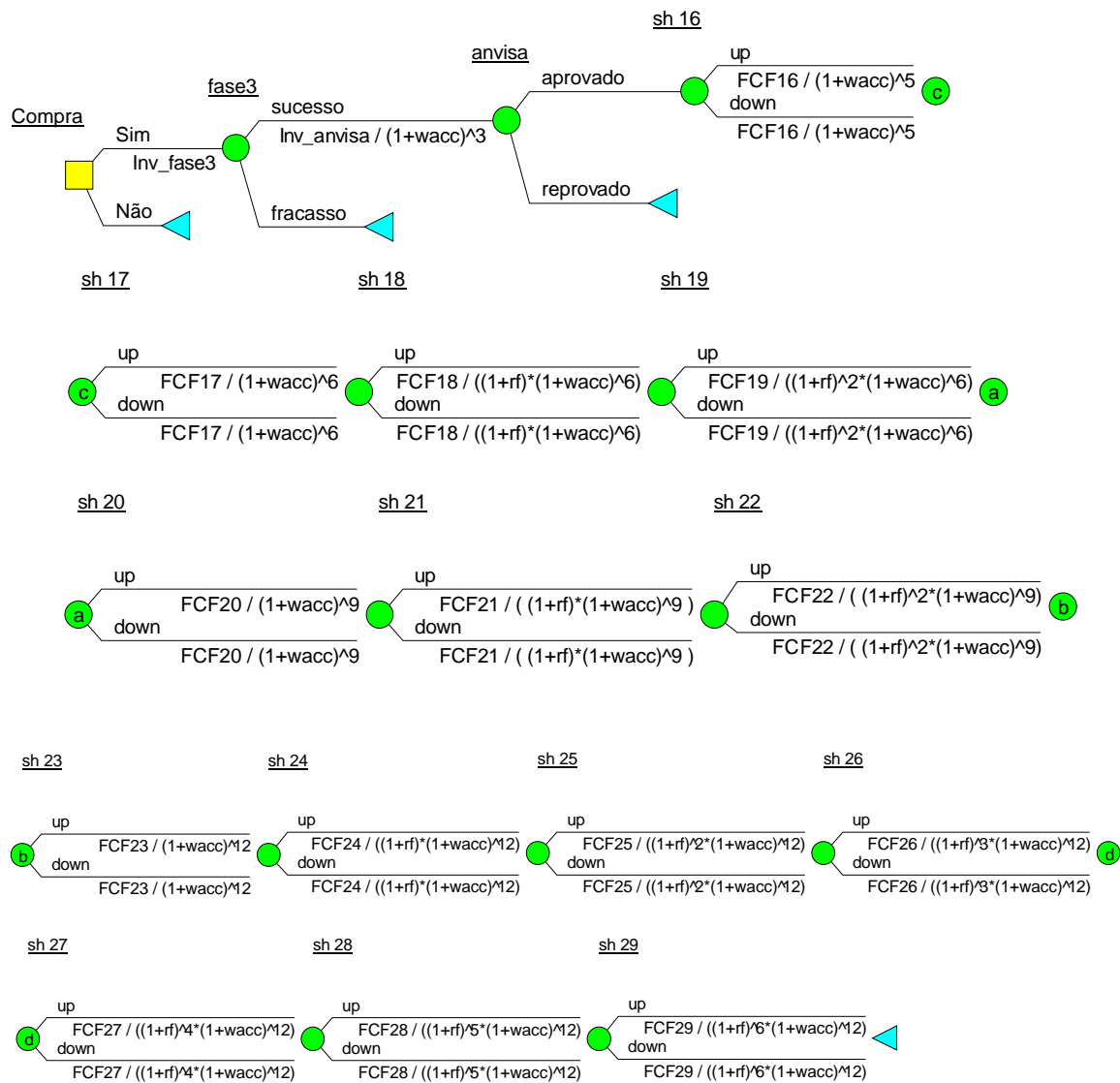
pr_i = prêmio de risco relativo à participação de mercado na fase i

Tabela 6 – Parâmetros do modelo binomial neutro a risco

<i>Inputs para o modelo binomial de Cox, Ross & Rubistein (1979)</i>						
	<u>vol</u>	<u>pr</u>		<u>u</u>	<u>d</u>	<u>p</u>
2017 / 2019	177%	7,9%	}	5,86	0,17	0,30
2020 / 2022	40%	- 4,3%		1,49	0,67	0,58
2023 / 2029	19%	6,2%		1,21	0,82	0,29

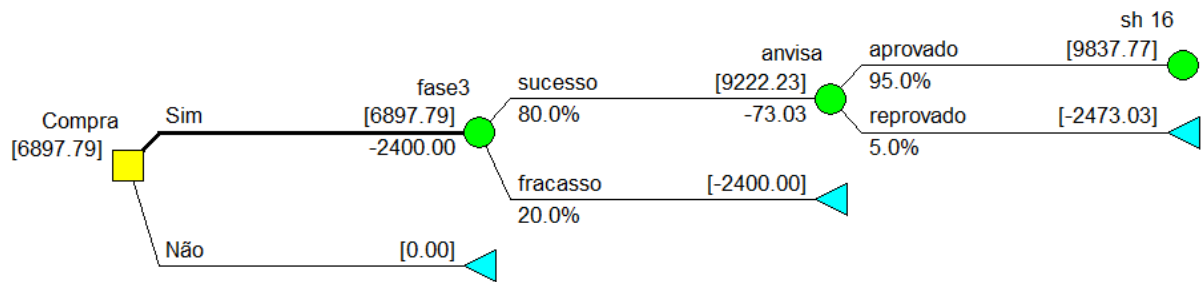
A partir destes parâmetros foi modelada a árvore binomial (figura 8) que emula a curva de crescimento da participação de mercado do novo medicamento. Como ferramenta de apoio para a modelagem matemática foi utilizado o software DPL®.

Figura 8 – Modelagem da malha binomial relativa à evolução da participação de mercado do novo medicamento relativa ao caso base, sem a introdução dos nós de decisão.



Para validar o modelo realizamos a simulação dos resultados sem a introdução ainda das flexibilidades gerenciais (nós de decisão). Para garantir a robustez do modelo, realizamos primeiramente um teste inicial para garantir que o resultado da simulação seria igual ao valor do VPL estático da modelagem financeira realizada em excel. A comparação dos resultados garantiu que ambos os resultados eram equivalentes, garantindo que o modelo binomial estava bem especificado, conforme pode ser observado na figura 9.

Figura 9 – Resultado do modelo binomial relativo ao caso base, sem a introdução dos nós de decisão (VPL estático não ajustado)



Na próxima seção introduziremos as opções reais no modelo, calculando desta forma o novo valor do VPL expandido, incorporando as flexibilidades do projeto.

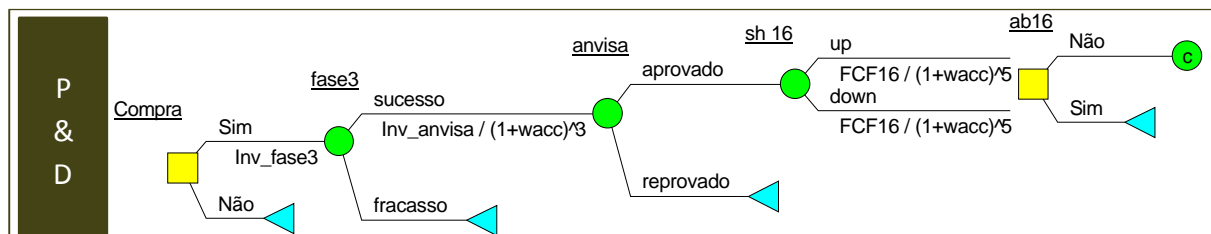
5 Modelagem do projeto com Opções Reais

Especificado o modelo binomial passamos para o penúltimo passo de nossa metodologia que foi a introdução das flexibilidades gerenciais sob a forma de nós de decisão. Apenas após a finalização desta última etapa é que seremos capazes de calcular o valor das opções reais, quantificando o montante de valor adicionado ao VPL estático ao se considerar as flexibilidades gerenciais e o conjunto, a priori, de decisões ótimas.

5.1 Opção de abandono das pesquisas

As incertezas tecnológicas foram expressas em termos de probabilidade. Para caracterizar a opção de abandono das pesquisas modelamos um galho de sucesso e fracasso da dos testes clínicos da fase III, atribuindo uma chance de 80% de sucesso da pesquisa apresentar êxito ao final da fase. Mesmo em caso de sucesso, a nova droga ainda precisa ganhar a aprovação da Anvisa. O raciocínio é análogo, tendo sido estabelecida uma chance de 95% de chance de aprovação por parte do órgão regulador. A modelagem das incertezas inerentes a fase de P&D estão ilustradas na figura 10.

Figura 10 – Modelagem dos galhos relativos às incertezas tecnológicas da pesquisa e da aprovação da nova droga por parte do órgão regulador

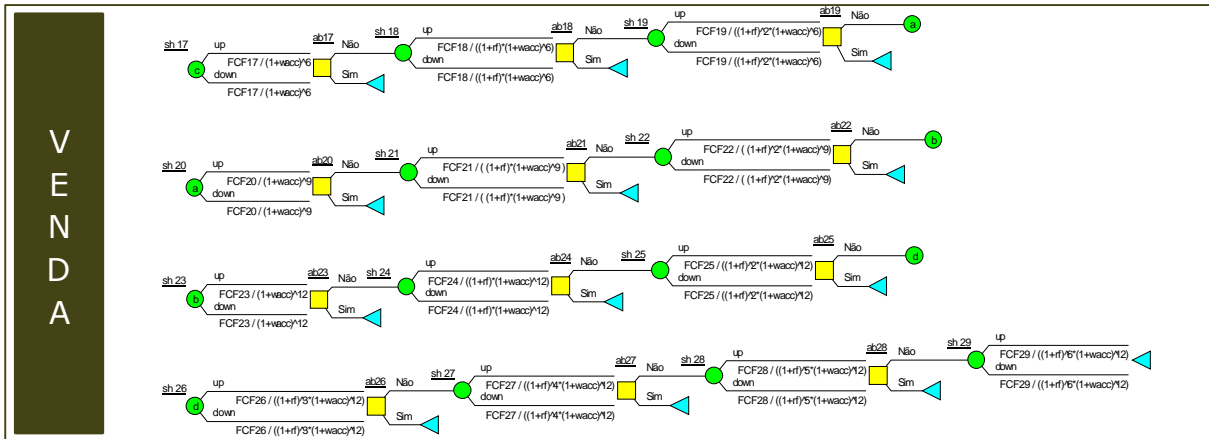


5.2 Opção de abandonando da comercialização

As incertezas mercadológicas foram expressas em termos estocásticos. Para modelar a incerteza relativa à evolução do crescimento das vendas da nova droga, inserimos um nó de decisão a cada ano de comercialização, significando que em caso de fracasso das vendas e baixa perspectiva de melhora do cenário a decisão a ser tomada pelo gestor será abandonar o negócio e minimizar as perdas previstas. Os quadros amarelos da figura 11 representam o momento da decisão. Em caso de fracasso da política comercial, o modelo apontará para a decisão de desinvestimento (nó de decisão apontará sim para a decisão de abandono), possibilitando à farmacêutica uma economia de gastos, principalmente com os relacionados às despesas comerciais, permitindo que a empresa redirecione seu orçamento para outras drogas

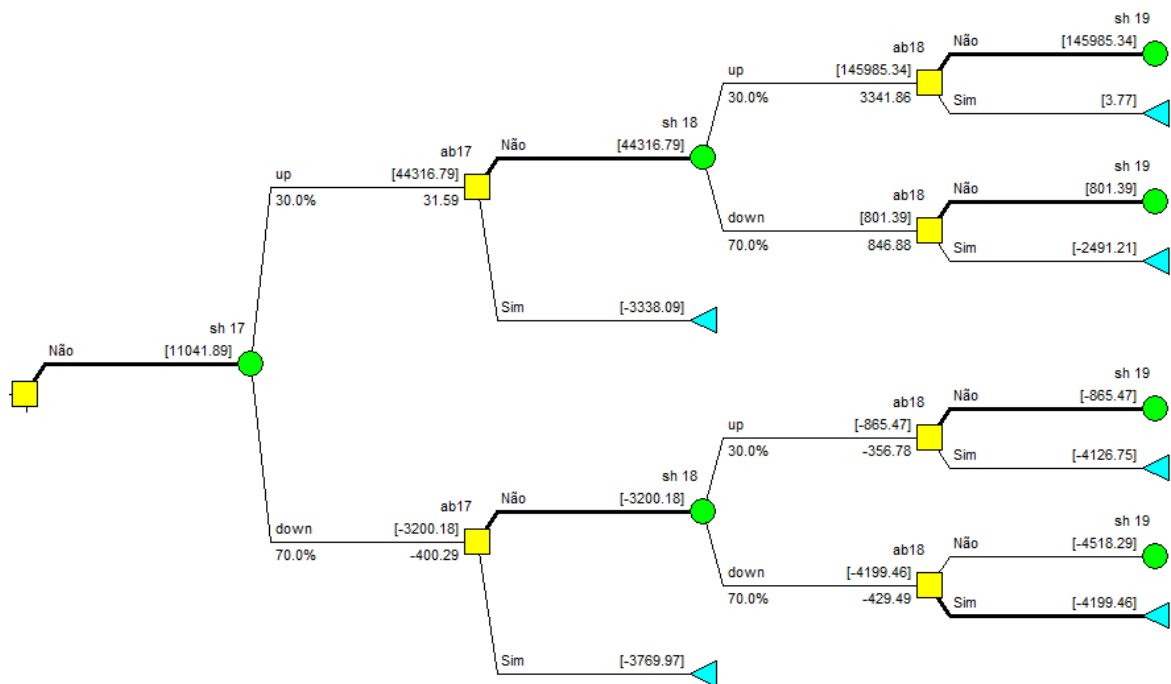
em seu portfólio que se mostrem mais promissoras. Caso contrário, a decisão será continuar a comercializar a nova droga (nó de decisão apontará não para a decisão de abandono).

Figura 11 - Modelagem dos nós de decisão relativos a decisão anual de abandono ou continuação das comercialização da nova droga



A decisão de abandono é baseada numa análise comparativa, ano a ano, entre o VPL obtido em caso de manutenção das vendas da nova droga e o VPL obtido em caso de abandono da comercialização. A decisão de abandonar ou não dependerá exclusivamente de qual alternativa apresenta o maior VPL esperado. Uma ilustração das possíveis combinações de decisão pode ser verificada na figura 12.

Figura 12 – Simulação das decisões ótimas após a introdução das opções de abandono



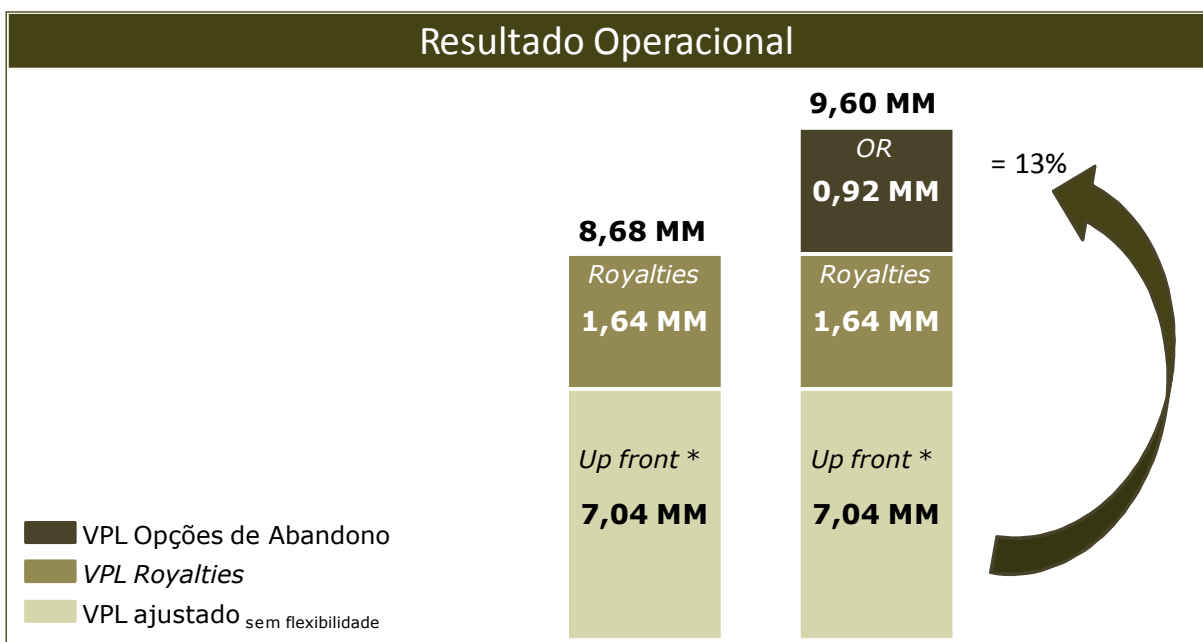
6 Análise dos Resultados

Ao final da terceira etapa temos o modelo totalmente especificado, pronto para simular o valor esperado das opções de abandono. Nas subseções abaixo apresentaremos o valor do VPL expandido e as probabilidades reais de exercício das opções.

6.1 Determinação do VPL expandido

Considerando em conjunto a possibilidade de abandono da comercialização ao longo dos 14 anos de comercialização sob a proteção da patente podemos verificar que há um incremento da ordem de 13% ou R\$ 915 mil em relação ao VPL estático ajustado. A figura 13 ilustra a adição de valor das opções reais.

Figura 13 – Valor presente das Opções Reais de abandono



* Incluso os R\$ 164.000,00 relativos a subavaliação causada pela escolha do MGB como forma funcional da curva de crescimento do *share* de mercado

É importante destacar que esta “adição” de valor significa nada mais do que o reconhecimento de que os gestores de uma farmacêutica serão ativos ao se depararem com um cenário de fracasso comercial do novo medicamento e, conseqüente, destruição de valor, optando pela decisão de descontinuidade da produção.

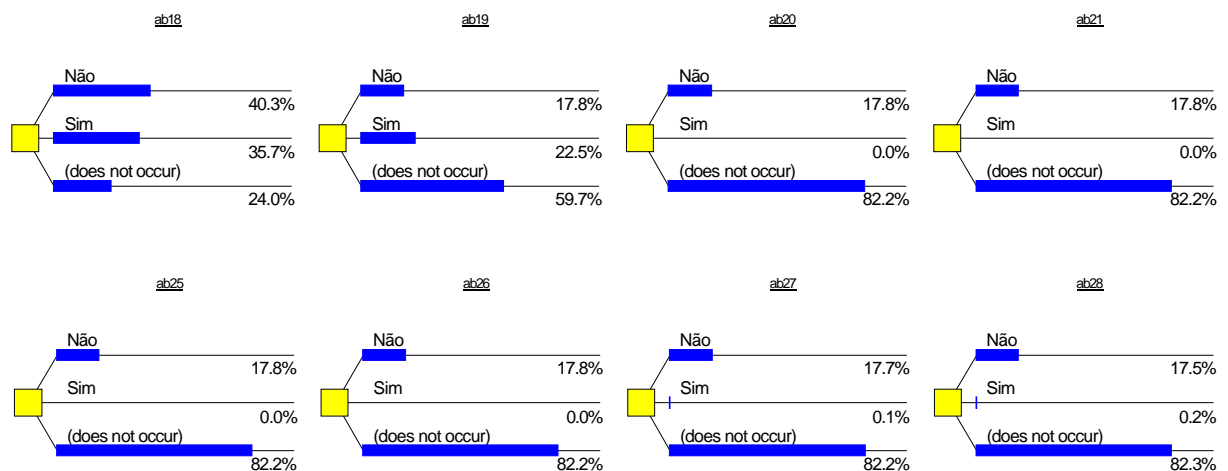
Na próxima seção, analisaremos as decisões ótimas indicadas pelo modelo, indicando o percentual de chance de que a opção de abandono seja exercida em determinado ano.

6.2 Probabilidades reais de exercício das opções

A fim de conhecermos qual a real probabilidade relativa ao exercício de cada opção de abandono, devemos simular novamente a malha binomial, desta vez considerando o risco existente no fluxo e na taxa de desconto. Utilizaremos no lugar da taxa de crescimento livre de risco a verdadeira taxa de crescimento (*cagr*) para cada fase. Já no lugar da taxa livre de risco descontaremos os fluxos de caixa pelo próprio WACC do projeto. Vale destacar que este procedimento, embora permita conhecer os verdadeiros valores das probabilidades de exercício das opções reais, não valora corretamente as opções, devendo o resultado do modelo ser desconsiderado para qualquer análise.

A figura 14 ilustra um trecho da árvore de decisão com a indicação da decisão ótima a ser tomada e o valor incremental de tal decisão em relação ao caso base e a probabilidade real de exercício de determinada opção de abandono, respectivamente.

Figura 14 – Probabilidades reais de exercício das opções de abandono



O resultado compilado do exercício das opções pode ser verificado na tabela 7. Cabe ressaltar que tais probabilidades representam a possibilidade de exercício ou não de determinada opção a priori, quando do momento do licenciamento da nova droga ($t = 2011$). A coluna “% Não Ocorrência” representa, portanto, a probabilidade de não acontecer a comercialização da droga em determinado ano. Já a coluna “% Abandono” e “% Continuidade” representam, respectivamente, a probabilidade de abandono e continuidade da comercialização.

Tabela 7 - Probabilidades reais de exercício das opções de abandono condicionadas ao sucesso da fase III dos testes clínicos e à aprovação da Anvisa.

Opção	% Continuidade*	% Abandono*	% Não ocorrência*
Ab16	100,0%	0,0%	0,0%
Ab17	100,0%	0,0%	0,0%
Ab18	53,0%	47,0%	0,0%
Ab19	23,4%	29,6%	47,0%
Ab20	23,4%	0,0%	76,6%
Ab21	23,4%	0,0%	76,6%
Ab22	23,4%	0,0%	76,6%
Ab23	23,4%	0,0%	76,6%
Ab24	23,4%	0,0%	76,6%
Ab25	23,4%	0,0%	76,6%
Ab26	23,4%	0,0%	76,6%
Ab27	23,3%	0,1%	76,7%
Ab28	23,0%	0,3%	76,7%

* Probabilidades condicionadas à aprovação da droga junto à Anvisa

O modelo revela, como era de se esperar, uma elevada probabilidade de exercício das opções de abandono durante os anos iniciais de comercialização. De acordo com os resultados, a nova droga apresenta uma probabilidade de vir a ser viável economicamente de pouco mais de 13%.

7 CONCLUSÕES

O objetivo da presente dissertação foi investigar a possível contribuição da metodologia de Opções Reais na avaliação de projetos de P&D na área de biotecnologia, tentando mensurar em quanto a avaliação tradicional, através do VPL estático, subavaliava o projeto objeto de estudo, ao desconsiderar a capacidade dos gestores de uma farmacêutica em cessar os gastos relativos ao marketing e retirar de linha o novo medicamento em caso de baixa aceitação do mercado.

As análises realizadas revelaram que não considerar o valor das opções de abandono da comercialização, subavaliava o valor a ser negociado como *up front* do licenciamento da nova droga em 13%, o equivalente a R\$ 915 mil, valor bastante significativo para o empreendedor que utilizará estes recursos para subsidiar novas pesquisas.

Verificou-se também que as opções de abandono possuem mais valor nos períodos iniciais do lançamento da nova droga no mercado, exatamente o momento de maior incerteza, onde o gestor pode decidir em retirar o novo medicamento de linha no caso de fracasso comercial e baixa perspectiva de alteração do cenário. Esta possibilidade reduz o risco global do empreendimento, adicionando valor quando comparada a abordagem estática do VPL que considera o investimento como um gasto afundado sujeito ao mesmo risco ao longo de todos os anos.

Em teoria a abordagem das Opções Reais realmente se mostra mais robusta e complementa as imperfeições da teoria do Valor Presente Líquido. Entretanto, na prática, pudemos perceber, através das leituras, que a disposição de um comprador em elevar seu preço de reserva e conseqüentemente sua disposição a pagar um preço mais elevado por algumas opções embutidas em um determinado empreendimento pode não acontecer na prática devido ao receio de se estar se pagando a mais por uma flexibilidade que não seria tão facilmente exercível uma vez que diversos aspectos políticos e influências de caráter pessoal dos gestores podem alterar a decisão ótima apontada pelo modelo de precificação de opções não justificando, portanto, o pagamento de um prêmio sobre eventos pouco controláveis.

Esta dissertação, portanto, reforça a superioridade das técnicas de avaliação financeira através de Opções Reais versus Valor Presente Líquido, demonstrando através de um estudo de caso a subavaliação de um ativo através da superestimação do risco, uma vez que a

avaliação financeira a partir do modelo de VPL estático estaria ignorando a opção de escalonar os investimentos e com isso abandonar um empreendimento fadado ao fracasso. Contudo, a discussão mais estratégica em torno do tema sobre quais opções realmente possuem valor e, portanto, devem ser precificadas é, na minha opinião, a mais importante a se carregar para vida prática e para a prática dos negócios.

Como sugestão de pesquisas futuras sugerimos tanto a modelagem dos custos de desenvolvimento também de maneira estocástica, dada a grande variabilidade do tempo necessário para o desenvolvimento das pesquisas, quanto a consideração de opções de crescimento, relacionadas a novas aplicações descobertas a partir da pesquisa original, elevando o valor do projeto.

Uma outra sugestão de futuros estudos é introduzir nas análises financeiras a entrada de uma nova inovação de tempos em tempos, modelando seu impacto financeiro tanto no mercado quanto para a empresa alvo da avaliação. Um melhor entendimento do impacto da expiração de patentes também é enxergado pelo autor como um evento imprevisível e talvez interessante de ser modelado, afetando os resultados econômicos da avaliação e, conseqüentemente, a tomada de decisão.

Uma outra área de estudos a ser explorada no futuro está relacionada a modelagem de cláusulas contratuais de anti-diluição e preferência no exercício de novos aportes, a medida que as pesquisas de P&D vão se mostrando promissoras. A modelagem do relacionamento entre fundos de *venture capital* e empreendedores, via estes instrumentos jurídicos, impacta o valor dos investimentos e, portanto, deve ser considerada na hora da avaliação dos projetos, sob pena de uma subavaliação dos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADNER, R ; LEVINHAL, D. A. What is not a real option: Considering boundaries for the application of real options to business strategy. **Academy of Management Review**, v. 29, n.1, p. 74-85, 2004.

AMRAM, M ; KULATILAKA, N. **Real Options. Managing strategic investment in an uncertain world**. Boston: Harvard Business School Press, 1999.

BLOCK, S. Are "Real Options" actually used in the real world? **The Engineering Economist**, p. 255-267, 2007.

BODE-GREUEL, K. M. ; GREUEL, J. M. Determining the value of drug development candidates and technology platforms. **Journal of Commercial Biotechnology**, v.2, n.2, p. 155-170, jan.2005

BORISSIOUK, O ; PELI, J. Real Option Approach to R&D project valuation: Case study at Sero International S.A. **The Financier** , v.8, p. 7-71, 2001.

BOWMAN, E. H ; MOSKOWITZ, G. T. Real Options Analysis and Strategic Decision Making. **Organizational Science**, v.12, n.6, p.772-777, 2001.

BRANDÃO, L. E ; SARAIVA, E. C. Garantias Governamentais em projetos de PPT: Uma avaliação por Opções Reais. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.37, n.3, 2007.

BRANDÃO, L. E ; DYER, J. S ; HAHN, W. J. Response to comments on Brandão et al. (2005). **Decision Analysis**, v.2, n.2, p.103-109, jun.2005.

BRANDÃO, L.E ; DYER, J ; HAHN, W. Using Binomial Trees to Solve Real-Option Valuation Problems. **Decision Analysis**, v.2, n.2, p.69-88, jun.2005.

BREALEY, R. A ; MYERS, S. C ; ALLEN, F. **Princípios de finanças corporativas**. 8 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

CHILDS, P. D ; TRIANTIS, A. J. Dynamic R&D Investment Policies. **Management Science**, v.45, p.1359-1377, out.1999.

COPELAND, T. E ; ANTIKAROV, V. **Opções Reais. Um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

COPELAND, T. E ; KEENAN, P. T. How much flexibility worth? **The McKinsey Quarterly**, v.2, 1998.

COSSIN, D ; LELEUX, B ; SALIASI, E. **Understanding the economic value of legal covenants in investment contracts: A Real Options approach to Venture Equity Contracts**, fev.2002.

DAMODARAN, A. Site Professor Damodaran. Disponível em <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar>>. Acesso em: mar.2010.

DIXIT, A. K ; PINDYCK, R. S. **Investment under uncertainty**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1994.

FREITAS, A. S ; BRANDÃO, L. E. Avaliação de Projetos de e-learning através da metodologia de opções reais. **Revista Eletrônica de Administração**, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1987.

HO, S. P ; LI, L. Y. How to Evaluate and Invest in Emerging A/E/C Technologies under Uncertainty. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.129, n.1, p.16-24, 2003.

HSU, Y.W. **Staging of venture capital investment: a real options analysis**, nov.2008.

HULL, J. C. **Options, Futures and Other Derivatives**. 6 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2006.

KIRILENKO, A. A. Valuation and Control in Venture Finance. **Journal of Finance**, v.56, n.2, p.565-587, abr.2001.

LOCH, C. H ; BODE-GREUEL, K. Evaluating growth options as sources of value for pharmaceutical research projects. **R&D Management**, p. 231-248, fev.2001.

MARTELANC, R ; PASIN, R ; CAVALCANTE, F. **Avaliação de Empresas: Um guia para fusões & aquisições e gestão de valor**. São Paulo: Pearson Prentice-Hall, 2005.

NEWTON, D. P ; PAXSON, D. A. Real R&D Options. **International Journal of Management Reviews** , v.5/6, n.2, p. 113-130, jun.2004.

PINDYCK, R. S. Investments of uncertain cost. **Journal of Financial Economics**, v.34, n.1, p.53-76, ago.1993.

SCHWARTZ, E. S. Patents and R&D as Real Options. **Economic Notes 1-2004: Review of Banking, Finance and Monetary Economics**, 2004.

SMITH, J. E. Alternative approaches for solving Real-Options problems. **Decision Analysis**, v.2, n.2, p.89-102, 2005.

STILLE, R. **Avaliação das contribuições da metodologia de Opções Reais no processo decisório em projetos de telecomunicações**. Uma aplicação à licitação pública de licença de prestação de serviços de telefonia móvel 3G no Brasil. 2008. 62 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Instituto COPPEAD de Administração. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

TRIGEORGIS, L. **Real Options. Managerial flexibility and strategy in resource allocation**. Londres: The MIT Press, 1996.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 1997.

VILLIGER, R ; BOGDAN, B. **Journal of Commercial Biotechnology**, v.12, n.3, p.175-181, 2006.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.


Anexo 1 – Preço e dimensionamento do mercado de pomadas antibióticas tópicas

Concorrentes	Laboratório	Forma	Preço Fábrica*	Unidades**	Receita**
Fibrase cloranfenicol	Pfizer [Aché]	Pomada 30g	35,76	1.048.353	47.836.332
Iruxol	ABBOTT	Pomada 50g	47,71	491.657	28.845.529
Nebacetin	Altana	Pomada 50g	14,75	923.356	16.740.438
Rifocina	Aventis	Spray 20 ml	12,23	1.034.266	16.144.899
Bactroban	GSK	Pomada 15g	23,68	296.931	8.643.664
Verutex	Roche	Creme 15g	24,75	181.924	5.532.305
Dermazine	Silvestre	Creme 50g	16,81	75.604	1.563.497

* Dados obtidos pelo CMED, departamento da Anvisa responsável pelo controle dos preços dos medicamentos

** Dados internos obtidos através de um relatório da IMS, Health (2008)

Apêndice 1 – Projeções das Receitas do projeto

Demanda	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Tamanho Mercado (un)	4.366.886	4.394.773	4.421.757	4.447.891	4.473.223	4.497.776	4.521.533	4.544.446	4.566.429	4.587.391	4.607.224	4.625.816	4.643.083	4.658.946
Market Share (%)	2,0%	3,9%	7,7%	15,0%	16,5%	18,2%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%
Demanda Extracta (uni)	87.338	172.050	338.843	667.184	738.513	817.300	904.307	908.889	913.286	917.478	921.445	925.163	928.617	931.789
Proxy CAGR Mercado	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
População Brasil (milhões)	202,2	203,5	204,8	206,0	207,1	208,3	209,4	210,4	211,5	212,4	213,3	214,2	215,0	215,7
População Brasil (%)	0,67%	0,64%	0,61%	0,59%	0,57%	0,55%	0,53%	0,51%	0,48%	0,46%	0,43%	0,40%	0,37%	0,34%
Fonte: ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_Projecoes_Populacao/Revisao_2008_Projecoes_1980_2050/Revisao_2008_Projecoes_1980_2050/														
CAGR Market Share														
CAGR (ano 2017-2019)	95,7%													
CAGR (ano 2020-2022)	10,1%													
CAGR (ano 2023-2029)	0,0%													
Fonte: Plano de Negócios da BioNatural														
Preço	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Preço unitario (R\$) s/desconto	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Preço unitario (R\$) c/desconto	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
														
Receita Bruta (R\$ mil)	R\$ 1.965	R\$ 3.871	R\$ 7.624	R\$ 15.012	R\$ 16.617	R\$ 18.389	R\$ 20.347	R\$ 20.450	R\$ 20.549	R\$ 20.643	R\$ 20.733	R\$ 20.816	R\$ 20.894	R\$ 20.965

Apêndice 4 – Cálculo do WACC

Ano	Industry Name	# of Firms	Beta lev	Beta un	RP us
2007	Drug	368	1,78	1,66	4,79%
2006	Drug	334	1,59	1,46	4,91%
2005	Drug	306	1,59	1,47	4,80%
2004	Drug	305	1,30	1,21	4,84%
2003	Drug	276	1,15	1,09	4,82%
média (2007 - 2003)			1,48	1,38	4,83%

$$K_{e_{R\$,real}} = \text{NTN-B 2024} + \text{un, setorial} * \text{PRM}_{US} + \text{PRM}_{BR}$$

$$K_{e_{R\$,real}} = 2.02\% + 1.38 * 4.83\% + 2.36\%$$

$$K_{e_{R\$,real}} = 11.04\%$$

* Média dos betas desalavancados dos últimos 5 anos (2007-2003) calculada a partir dos dados setoriais de Damodaran

** Prêmio de Risco de Mercado calculado por Damodaran através da metodologia de adição de prêmio de risco país

Apêndice 5 – Projeção do Demonstrativo Financeiro contido no Plano de Negócios da empresa BioNatural

DRE (R\$ mil)	2016 Dez	2017 Dez	2018 Dez	2019 Dez	2020 Dez	2021 Dez	2022 Dez
Receita Bruta	1.965	3.871	7.624	15.012	16.617	18.389	20.347
Impostos (ICMS + PIS/COFINS)	590	1.161	2.287	4.503	4.985	5.517	6.104
Receita Líquida	1.376	2.710	5.337	10.508	11.632	12.872	14.243
Royalties	41	81	160	315	349	386	427
CPV	384	757	1.491	2.936	3.249	3.596	3.979
Resultado Bruto	950	1.871	3.686	7.257	8.033	8.890	9.837
Despesas Vendas	2.508	1.783	1.372	975	910	754	754
Distribuição	28	54	107	210	233	257	285
Despesas Gerais e Administrativas	83	163	320	630	698	772	855
EBIT	1.668	129	1.887	5.441	6.193	7.106	7.943

DRE (R\$ mil)	2023 Dez	2024 Dez	2025 Dez	2026 Dez	2027 Dez	2028 Dez	2029 Dez
Receita Bruta	20.450	20.549	20.643	20.733	20.816	20.894	20.965
Impostos (ICMS + PIS/COFINS)	6.135	6.165	6.193	6.220	6.245	6.268	6.290
Receita Líquida	14.315	14.384	14.450	14.513	14.571	14.626	14.676
Royalties	429	432	434	435	437	439	440
CPV	3.999	4.018	4.037	4.054	4.071	4.086	4.100
Resultado Bruto	9.886	9.934	9.980	10.023	10.063	10.101	10.136
Despesas Vendas	754	754	754	754	754	754	754
Distribuição	286	288	289	290	291	293	294
Despesas Gerais e Administrativas	859	863	867	871	874	878	881
EBIT	7.987	8.030	8.070	8.108	8.144	8.177	8.207

Apêndice 6 – Projeção do Fluxo de Caixa contido no Plano de Negócios da empresa BioNatural

Fluxo Caixa (R\$ mil)	2011 Dez	2014 Dez	2016 Dez	2017 Dez	2018 Dez	2019 Dez	2020 Dez	2021 Dez
CFO			1.101	85	1.245	3.591	4.087	4.690
EBIT * (1-t)			1.101	85	1.245	3.591	4.087	4.690
Depreciação/Amortização			-	-	-	-	-	-
CFI	2.400	100	413	411	799	1.573	377	381
Capital Giro			413	411	799	1.573	377	381
CAPEX	2.400	100	-	-	-	-	-	-
FCFF = CFO - CFI	2.400	100	1.514	496	446	2.019	3.710	4.309

Fluxo Caixa (R\$ mil)	2022 Dez	2023 Dez	2024 Dez	2025 Dez	2026 Dez	2027 Dez	2028 Dez	2029 Dez
CFO	5.242	5.272	5.299	5.326	5.351	5.375	5.397	5.417
EBIT * (1-t)	5.242	5.272	5.299	5.326	5.351	5.375	5.397	5.417
Depreciação/Amortização	-	-	-	-	-	-	-	-
CFI	421	32	21	20	19	18	17	15
Capital Giro	421	32	21	20	19	18	17	15
CAPEX	-	-	-	-	-	-	-	-
FCFF = CFO - CFI	4.822	5.239	5.278	5.306	5.332	5.357	5.380	5.402

