

PROJETOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Planejamento, Formulação, Avaliação, Tomada de Decisões

Joel Weisz



Brasília
2009

**P R O J E T O S D E
I N O V A Ç Ã O T E C N O L Ó G I C A**

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI

Armando de Queiroz Monteiro Neto
Presidente

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI

Conselho Nacional

Armando de Queiroz Monteiro Neto
Presidente

SENAI - Departamento Nacional

José Manuel de Aguiar Martins
Diretor-Geral

Regina Maria de Fátima Torres
Diretora de Operações

INSTITUTO EUVALDO LODI – IEL / NÚCLEO CENTRAL

Conselho Superior

Armando de Queiroz Monteiro Neto
Presidente

IEL – Núcleo Central

Paulo Afonso Ferreira
Diretor-Geral

Carlos Roberto Rocha Cavalcante
Superintendente

PRÓ-INOVAÇÃO TECNOLÓGICA – PROTEC

Humberto Barbato
Presidente

Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira
Jorge Lins Freire
Paulo Antônio Skaf
Robson Braga de Andrade
Rodrigo Rocha Loures
Vice-Presidentes

Roberto Nicolsky
Marcos Henrique Oliveira
Fabián Nicolás Yaksic Feraudy
Joel Weisz
Diretoria



P R O J E T O S D E I N O V A Ç ã O T E C N O L Ó G I C A

Planejamento, Formulação, Avaliação, Tomada de Decisões

Joel Weisz

Brasília
2009

© 2009. IEL – Núcleo Central

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

IEL/NC

Unidade de Gestão Executiva - UGE

FICHA CATALOGRÁFICA

W433p

Weisz, Joel

Projetos de inovação tecnológica: planejamento, formulação, avaliação, tomada de decisões / Joel Weisz. – Brasília : IEL, 2009.

175 p. : il.

ISBN 978-85-87257-41-3

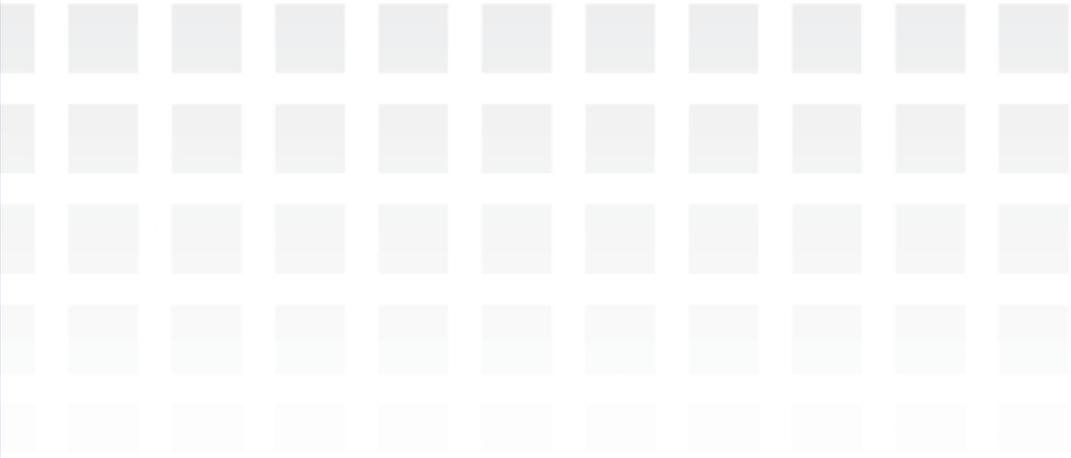
1. Inovação Tecnológica 2. Projetos 3. Avaliação da Tecnologia 4. Risco Tecnológico 5. Pesquisa e Desenvolvimento I.Título.

CDU 62

Instituto Euvaldo Lodi – IEL/Núcleo Central
Setor Bancário Norte, Quadra 1, Bloco B
Edifício CNC
70041-902 - Brasília
Tel.: (0XX61) 3317-9080
Fax: (0XX61) 3317-9360
www.iel.org.br

A meus pais, Marianne e Kurt, Z"l,
que sempre valorizaram o desejo de saber
e sólidos princípios éticos.

A Suely, companheira e parceira de vida.
Ana e Bernardo, duas pessoas bonitas, alegria de minha vida.



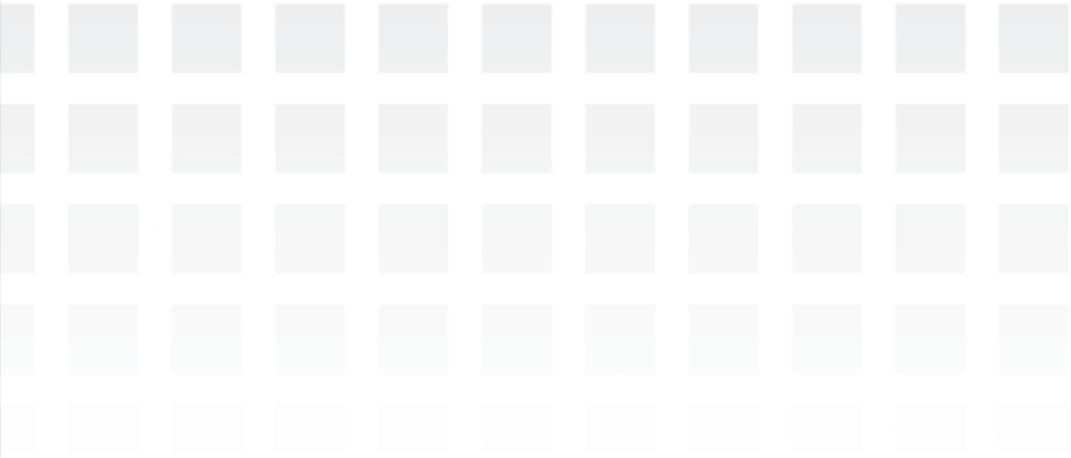
LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Exemplo de 'objetivo'	38
Quadro 2: Exemplo de 'justificativa'	39
Quadro 3: Exemplo de 'escopo'	40
Quadro 4: Exemplo de 'metodologia'	41
Quadro 5: Exemplo de 'atividades'	41
Quadro 6: Exemplo de 'recursos necessários'	42
Quadro 7: Exemplo de 'orçamento'	45
Quadro 8: Exemplo de 'cronograma físico-financeiro'	46
Quadro 9: Unidade-piloto e estudo de viabilidade	52
Quadro 10: Parâmetros de investimento e operacionais do investimento.....	58
Quadro 11: Legenda.....	58
Quadro 12: Fluxo de Caixa do Projeto de Inovação Tecnológica (caso-base) – R\$ mil	59
Quadro 13: Cálculo do tempo de retorno do investimento	71
Quadro 14: Cálculo da RVAL.....	76
Quadro 15: Síntese dos indicadores de desempenho para o caso-base.....	78
Quadro 16: Valor do projeto dada uma árvore de decisões.....	84
Quadro 17: Valor atual líquido variando os parâmetros do projeto	87
Quadro 18: VAL para diferentes taxas de desconto	91
Quadro 19: Parâmetros do projeto e variações aleatórias a eles aplicadas ...	105
Quadro 20: Fluxo de caixa do Projeto de Inovação Tecnológica com variações aplicadas aos valores estimados	106
Quadro 21: Resultados da simulação de Monte Carlo comparado com o caso-base	107
Quadro 22: Orçamento de caixa da Cia. XYZ de Biocombustíveis sem e com o projeto	121
Quadro 23: Empresas emergentes: modalidades de aporte de capital e fontes	132
Quadro 24: Cálculo da parcela inicial do fluxo de caixa livre	157
Quadro 25: Algoritmo do modelo Black-Scholes	160
Quadro 26: Nova simulação para os três parâmetros críticos.....	162
Quadro 27: Estimativa do fator de volatilidade pelo logaritmo do ganho de fluxo de caixa.....	165
Quadro 28: Fator de volatilidade	166



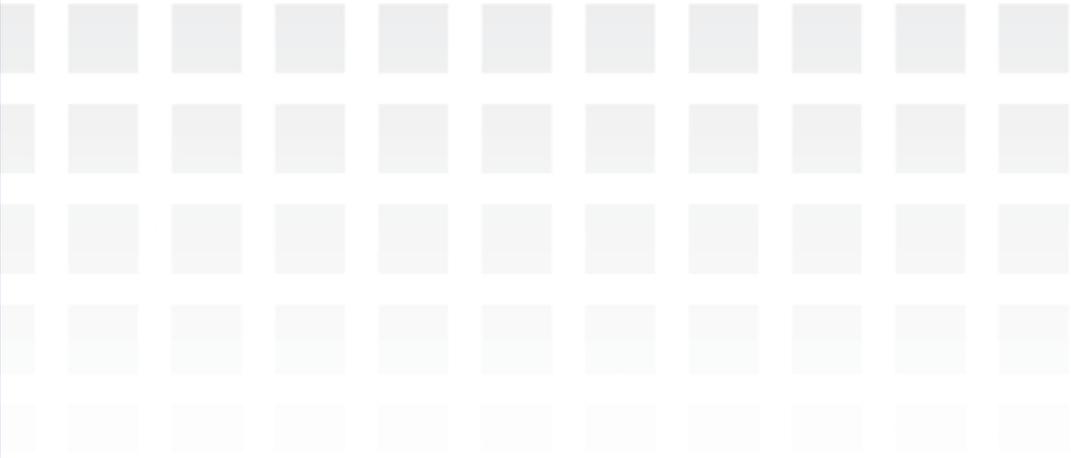
LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1: Exemplo de cronograma físico	44
Ilustração 2: Ciclo tecnológico	65
Ilustração 3: Análise de sensibilidade	88
Ilustração 4: Lucro como função da quantidade vendida	90
Ilustração 5: VAL para diferentes taxas de desconto	93
Ilustração 6: Variação do VAL em relação à produtividade do processo e à taxa de desconto	95
Ilustração 7: Valores de um parâmetro, para um desvio padrão = 8% em relação ao caso-base	100
Ilustração 8: Valores de um parâmetro, para um desvio padrão = 12% em relação ao caso-base	101
Ilustração 9: Distribuição probabilística do VAL obtida na simulação.....	108



SIGLAS E ABREVIATURAS

Sigla	Significado
a.a.	ao ano (anualmente)
ADTEN	Linha de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional
APGEFOR	Ação de Pré-investimento para Geração de Energia Elétrica por Fontes Renováveis
APL	Arranjo Produtivo Local
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CIDE	Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CP	Consulta prévia a uma agência de fomento com vistas à obtenção de financiamento
CPMF	Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DTI	Desenvolvimento Tecnológico Industrial (bolsas)
EVTE	Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica
FAP	Fundação de amparo à pesquisa de um governo estadual
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FUNTEC	Fundo tecnológico (do BNDES)
FUNTEL	Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações
ICT	Instituição Científica e Tecnológica (universidades, centros de pesquisa ou institutos tecnológicos sem fins lucrativos)
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IPO	Oferta pública inicial de ações (<i>Initial Public Offer</i>)
IRPJ	Imposto de Renda de Pessoa Jurídica
IRRF	Imposto de Renda Retido na Fonte
MPE	Micro e Pequenas Empresas
MPME	Micro, Pequenas e Médias Empresas
NASA	<i>National Air and Space Agency</i> (agência aeroespacial dos EUA)
NIH	<i>National Institutes of Health</i> (instituto nacional da saúde dos EUA)
NSF	<i>National Science Foundation</i> (agência nacional de C&T dos EUA)
P&D	Pesquisa e desenvolvimento
PAPPE	Programa de Apoio à Pesquisa em Pequenas Empresas
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PIPE	Pesquisa Inovativa na Pequena e Microempresa
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
PME	Pequenas e Médias Empresas
PRIME	Programa Primeira Empresa Inovadora
PRÓ-AERONÁUTICA	Programa de Financiamento às Empresas da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira
PROFARMA	Programa de Apoio ao Desenvolvimento do Complexo Industrial da Saúde
PROGEX	Programa de Apoio Tecnológico à Exportação
PRÓ-INOVAÇÃO	Programa de Incentivo à Inovação nas Empresas Brasileiras
PROSOFT	Programa para o Desenvolvimento da Indústria de Software e Serviços de Tecnologia da Informação
PROTV	Programa de Apoio à Implementação do Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre
RHAE	Recursos Humanos para Áreas Estratégicas (programa de bolsas)
RIR	Regulamento do Imposto de Renda
SBIR	<i>Small Business Innovation Research Program</i>
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SF	Solicitação de financiamento formal e detalhada a uma agência de fomento
STTR	<i>Small Business Technology Transfer Program</i>
TIC	Tecnologia da Informação e de Comunicação
TIR	Taxa Interna de Retorno
TJLP	Taxa de Juros de Longo Prazo
VAL	Valor Atual Líquido



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO INSTITUCIONAL - SENAI/IEL

PREFÁCIO DA PROTEC

APRESENTAÇÃO DO AUTOR

1 INTRODUÇÃO	22
2 PROJETOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	28
2.1 Valor da Tecnologia	29
2.2 Planejamento e Formulação de Projetos de Inovação Tecnológica	33
2.2.1 Objetivo	37
2.2.2 Justificativa	38
2.2.3 Escopo	40
2.2.4 Metodologia de P&D	41
2.2.5 Atividades do Projeto	41
2.2.6 Identificação dos Recursos Necessários	42
2.2.7 Cronograma Físico-Financeiro	43
2.2.8 Orçamento de P&D	45
2.2.9 Cronograma Físico-Financeiro de P&D	46
2.2.10 Estudo de Viabilidade e Avaliação da Tecnologia ...	47
3 AVALIAÇÃO DA TECNOLOGIA	48
3.1 Estudo de Viabilidade	50
3.2 Fluxo de Caixa do Projeto de Inovação Tecnológica	55
3.2.1 Cálculo do Fluxo de Caixa Líquido Projetado	60
3.3 Análise Financeira do Caso-base	70

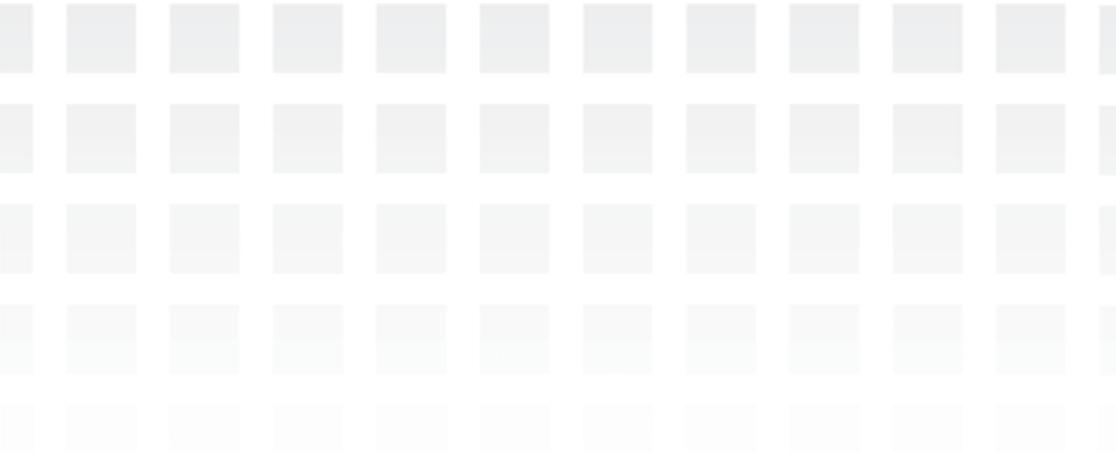
3.3.1 Valor Atual Líquido	74
3.3.2 Razão do Valor Atual Líquido.....	76
3.3.3 Taxa Interna de Retorno	77
3.3.4 Síntese da Análise Financeira.....	78
3.4 Risco e Incerteza	79
3.4.1 Análise de Sensibilidade.....	85
3.4.2 Análise dos Limites Críticos.....	89
3.4.3 Análise de Risco	96
3.4.4 Sumário	110
3.4.5 Conclusões	110
3.5 Análise de Opções Reais.....	111
4 FONTES DE RECURSOS FINANCEIROS	116
4.1 Recursos Próprios.....	118
4.2 Licenciamento da Tecnologia para Terceiros	122
4.3 Fusões e Alianças Estratégicas	122
4.4 Aporte de Capital	123
4.4.1 Aporte dos Acionistas.....	123
4.4.2 Bolsa de Valores.....	124
4.4.3 Fundos de Investimento.....	125
4.4.4 Fundos de Capital de Risco	126
4.4.5 Anjos	129
4.4.6 Criatec	130
4.4.7 Finep – Inovar Semente.....	131
4.4.8 Definições	132

4.5 Recursos de Terceiros.....	132
4.5.1 Apoio à Inovação em Pequenas Empresas.....	133
4.5.2 Subvenção.....	137
4.5.3 Financiamentos.....	140
4.6 Comentários Finais	147
APÊNDICES.....	150
Apêndice A: Valor de Horizonte.....	151
Apêndice B: Análise de Opções Reais.....	159
Apêndice C: Planejamento e Formulação do Projeto.....	167
REFERÊNCIAS.....	170
ÍNDICE REMISSIVO	174



APRESENTAÇÃO

INSTITUCIONAL - SENAI/IEL



A inovação tecnológica é estratégica para a competitividade da indústria brasileira. A oferta de produtos e serviços de qualidade e de maior valor agregado contribui para a inserção do Brasil no comércio mundial e, conseqüentemente, para o crescimento econômico do país. Nesse contexto, a política nacional de inovação tem desafios a enfrentar.

O debate entre especialistas e empresários promovido pelo II Congresso Brasileiro de Inovação na Indústria, realizado em 2007 pela CNI, demonstrou que foram registrados avanços nos marcos regulatórios de incentivos à pesquisa e desenvolvimento (P&D), mas os efeitos esperados na prática ainda não apareceram. A geração da inovação depende fundamentalmente da iniciativa das empresas, porém, o grau de desconhecimento sobre os instrumentos existentes, especialmente nas micro e pequenas empresas, é alto. Também há uma falta de harmonia dos regulamentos vigentes e uma expressiva dificuldade de acesso aos incentivos.

Outro empecilho para ampliar a inovação no país é a carência de projetos de desenvolvimento empresarial bem formulados. Projetos de inovação tecnológica envolvem decisões cada vez mais complexas de investimentos e precisam oferecer diretrizes claras sobre sua execução para reduzir, ao máximo, riscos e incertezas. O objetivo deste documento, de orientar a formulação de projetos e transformar uma idéia numa proposta de investimento, com destaque às atividades de Pesquisa e Desenvolvimento, está em sintonia com a percepção do Sistema Indústria sobre a necessidade de mudanças no Brasil.

O setor industrial elaborou o Mapa Estratégico da Indústria, com programas e metas para serem atingidas pelo país no período 2007-2015. O Mapa adota uma ferramenta de gestão que viabiliza o foco na estratégia e a correção de rumos para se alcançarem os objetivos de longo prazo. É, portanto, por meio do planejamento organizado e eficiente que a indústria pretende contribuir com o desenvolvimento sustentável do Brasil.

O Sistema Indústria entende que o sucesso do setor industrial na próxima década dependerá da criação de um ambiente favorável à inovação, com adequada visão de negócios, além de uma infra-estrutura tecnológica e centros de conhecimento com capacidade de transformar pesquisas em resultados. O Brasil está diante de oportunidades tecnológicas importantes em setores com potencial de transformação da estrutura industrial como bioenergia, biodiversidade e nanotecnologia. O país precisa agora ampliar consideravelmente seus investimentos em P&D nos próximos anos e intensificar esforços do empresariado, da academia e do governo para remover as barreiras à inovação e preparar a indústria para a acirrada competição global.

Armando de Queiroz Monteiro Neto

Presidente da CNI

Presidente do Conselho Nacional do SENAI/DN

Presidente do Conselho Superior do IEL/NC



PREFÁCIO DA PROTEC

A Sociedade Brasileira Pró-Inovação (Protec) foi criada por entidades empresariais para pugnar por políticas públicas de desenvolvimento tecnológico através do estímulo às inovações nas empresas brasileiras, com vistas a contribuir para sua competitividade e o crescimento do país. Para tanto, a Protec veio contribuindo com ações políticas voltadas a assegurar que o esforço brasileiro de inovação tecnológica efetivamente seja conduzido para as atividades produtivas.

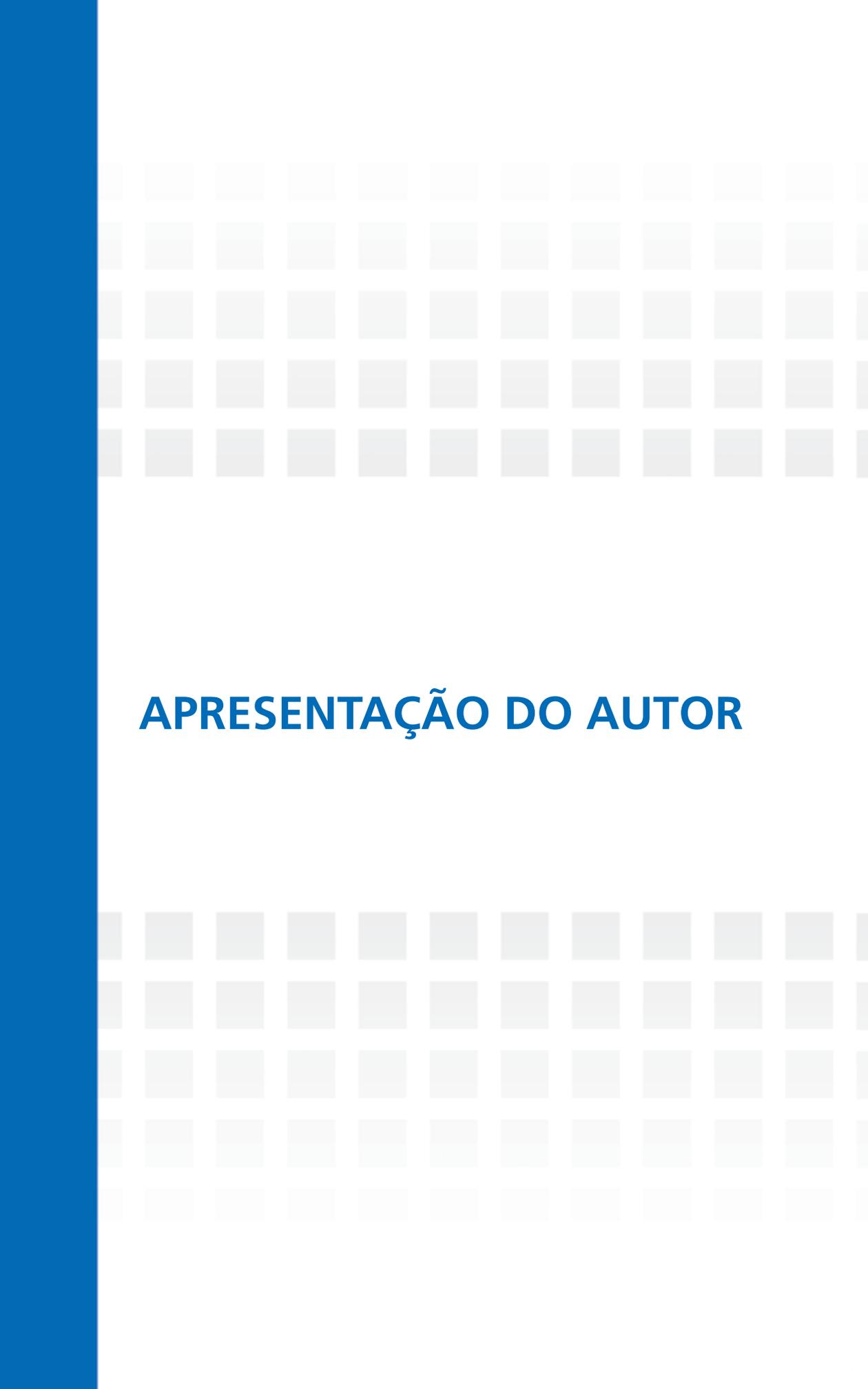
Além disso, a Protec vem coordenando ações visando promover e fortalecer as entidades tecnológicas setoriais (ETS) num esforço que se coaduna com a política do Ministério da Ciência e Tecnologia. Esse ministério conceituou as ETS na década passada e, agora, a Protec, respaldada pelo mesmo, coordena as ações das ETS que vêm se congregando em torno da Rede de Entidades Tecnológicas Setoriais (RETS). As Entidades Tecnológicas Setoriais não estão estruturadas nem funcionam como entidades de classe, mas sim como entidades tecnológicas cuja governança está subordinada aos interesses de seus respectivos setores empresariais.

Entre as principais ETS, destacamos as que estão associadas à RETS: **Abende** – Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivo e Inspeção, **Abifina** – Associação Brasileira da Indústria de Química Fina, Biotecnologia e suas Especialidades, **Abimo** – Associação dos Fabricantes de Produtos Médicos e Odontológicos, **Abiquim** – Associação Brasileira da Indústria Química, **ABM** – Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, **Abraco** – Associação Brasileira de Corrosão, **Abravest** – Associação Brasileira do Vestuário, **Abripur** – Associação Brasileira da Indústria do Poliuretano, **ABTCP** – Associação Brasileira de Tecnologia de Celulose e Papel, **CT-Dut** – Centro de Tecnologia em Dutos, **FBTS** – Fundação Brasileira de Tecnologia de Soldagem, **IBTec** – Instituto Brasileiro de Tecnologia de Couros, Calçados e Artefatos, **IPD-Farma** – Instituto de Gestão de Pesquisa e Desenvolvimento de Fármacos, **IPDEletron** – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Complexo Eletroeletrônico e Tecnologia da Informação, **IPD-Maq** – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Máquinas e Equipamentos, **ITEB** – Instituto de Tecnologia da Borracha e **Itehpec** – Instituto de Tecnologia e Estudos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos.

Este livro vem atender a uma das primeiras demandas da Rede de Entidades Tecnológicas Setoriais. Ele visa oferecer às empresas e seus profissionais uma apresentação didática das técnicas para formulação, planejamento, avaliação e tomada de decisões relativas a investimentos em inovação tecnológica, uma atividade que foge à rotina na vida de muitas empresas, mas que não pode mais ficar ao sabor do improvisado.

É com o objetivo de atender a essa lacuna que a Protec, em parceria com seus associados IEL-Nacional e SENAI-DN, editou o presente trabalho na expectativa de que seja útil para as empresas brasileiras crescerem mais e competirem melhor.

Humberto Barbato
**Presidente do Conselho Deliberativo
da Sociedade Brasileira Pró-Inovação Tecnológica – Protec**



APRESENTAÇÃO DO AUTOR

Numa época em que boa parte das grandes aquisições de empresas, fusões e negociações, no mundo, giram em torno de tecnologia, esta deixou de ser um adereço no meio dos ativos de uma organização. Tecnologia foi alçada a uma posição central na estratégia de negócios nas economias desenvolvidas e nos países emergentes. Na economia do conhecimento, esse ativo intangível ganhou novas proporções no valor das empresas. Por essa razão, conhecer o valor de uma tecnologia pode significar a diferença entre o sucesso ou a falência de empresas. Na proposição, na formulação, no planejamento de projetos de inovação tecnológica e na decisão de investir ou não nos mesmos, um elemento importante é a avaliação da tecnologia.

Diversos trabalhos descrevem a formulação de projetos. Em geral, referem-se a projetos de investimento ou projetos de desenvolvimento econômico ou regional. A tecnologia ganha uma enorme relevância no cenário empresarial, em particular, e no econômico, de modo geral. Tecnologia tem sido o fator determinante no nível de desenvolvimento social e econômico de nações e, no mundo da tecnologia, os paradigmas cada vez mais rapidamente se sucedem uns aos outros, trazendo, como consequência, o surgimento e crescimento de empresas em setores impensáveis há poucas décadas. Pela primeira vez, as maiores fortunas no mundo são resultado não mais do domínio sobre recursos naturais, de transações com governos, ou da negociação de armas, mas têm, como origem, a produção e comercialização de conhecimento, como é o caso de empresas de software, de serviços na internet ou serviços de mobilidade. No entanto, pouco foi publicado sobre o processo decisório e de planejamento que leva ao investimento em tecnologia.

Em minha atividade profissional, tenho me deparado com muitas propostas de desenvolvimento tecnológico ou de inovação em que fica patente a incompreensão, de quem as redige, do que seja um projeto, de modo geral, ou de um projeto de inovação, em particular. Boas idéias são freqüentemente descritas de maneira confusa, dificultando ao leitor entender o que se pretende, no que consiste a idéia, o que está compreendido no projeto. É comum que o autor da proposta pressuponha que o leitor seja capaz de captar algo que, para quem escreve, está claro ou subtendido. O objetivo é muitas vezes confundido com a justificativa e, por vezes, a definição do objetivo se estende por páginas sem que fique claro o que está proposto. Um projeto mal formulado é indício de planejamento deficiente. O resultado é que projetos inviáveis são por vezes vendidos como se fossem muito atraentes, enquanto bons projetos deixam de receber a merecida atenção simplesmente por não terem sido bem formulados. Acima de tudo, projetos de inovação tecnológica envolvem decisões cada vez mais complexas, não só pelo valor envolvido, que não podem mais ser tomadas intuitivamente.

Este trabalho se propõe a suprir uma parte dessa lacuna, como contribuição aos tomadores de decisão brasileiros, os formuladores e gestores de projeto que se defrontam com a necessidade de tomar decisões e de planejar o investimento em inovação tecnológica. Ninguém melhor para formular um projeto do que o autor da idéia, quem concebeu uma tecnologia, o seu idealizador. Dificilmente um projeto de inovação tecnológica será claro e objetivo se quem concebeu a idéia não participar de sua formulação. Formular um projeto não é uma ciência esotérica, nem requer grandes sofisticções. Este trabalho pretende oferecer método e diretrizes para quem precisa formular um projeto de inovação tecnológica numa organização.

Este trabalho contou com a valiosa contribuição, críticas e comentários dos Professores Drs. Gilberto Dias Calaes, José Manoel Carvalho de Mello, Luiz Flávio Auran Monteiro Gomes, Roberto Nicolsky e Waldmir Pirró e Longo, aos quais sou imensamente grato. Quaisquer falhas são de responsabilidade exclusiva do autor.

Rio de Janeiro, agosto de 2008.

Joel Weisz (jweisz@globocom)

1 INTRODUÇÃO

Um **projeto** é uma atividade temporária destinada a criar um produto, serviço ou resultado único¹. Nessa definição, ‘temporária’ significa que cada projeto terá um começo, meio e fim definidos e não sobreviverá por tempo indeterminado. ‘Único’, por outro lado, indica que não se trata de uma atividade repetitiva ou de produção em série. Para uma agência de fomento, **projeto** é o conjunto de informações que definem a alocação de recursos para uma atividade ou empreendimento que permitam a avaliação da conveniência da participação financeira da agência nessas atividades². Nesse entendimento, o projeto é formulado por quem solicita apoio à agência de fomento. Esse último entendimento foi importante na criação de bancos de desenvolvimento, especialmente após a 2ª Guerra Mundial, quando, como resultado da Conferência de Breton Woods, foi fundado, entre outros, o Banco Mundial. No Brasil, um marco importante, nesse sentido, foi a instituição do BNDES no começo da década de 1950. Como um banco que existia para cumprir ações de governo, ficou patente para os quadros do BNDES, além disso, que projetos de fomento fariam mais sentido se fossem tratados como componentes de programas contendo visões de longo prazo, os quais, por sua vez, estivessem inseridos em políticas públicas.

Numa empresa, um projeto consiste em uma iniciativa cujo objetivo é alterar uma situação vigente ou introduzir uma inovação, tal como construir novas instalações para o funcionamento da empresa, implantar uma nova linha de produtos, conquistar novos mercados, fazer uma campanha publicitária ou promover um trabalho educativo entre seus empregados. Uma **inovação tecnológica** de produto ou de processo é a implantação/comercialização de um produto ou processo “com características de desempenho aprimoradas de modo a fornecer objetivamente ao consumidor serviços novos ou aprimorados”³ ou a implantação/adoção de métodos de produção ou comercialização de novos ou aprimorados. Inovação tecnológica, portanto, não envolve, necessariamente as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) numa organização, já que a inovação pode se dar por difusão, por transferência ou outros meios que não P&D. No entanto, para muitas empresas e organizações, de modo geral, a atividade de P&D vem se tornando elemento crítico para permanecer atualizado e, conseqüentemente, competitivo num mercado em que tecnologia é, cada vez mais, fator determinante de competitividade

1 PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. A guide to the project management body of knowledge. 3 th. Ed. Newtown Square, 2004.

2 BNDES. Site. Disponível em: <www.bndes.gov.br>. Acesso em: 4 fev. 2008.

3 OCDE, [2005]. p. 21, item 3.3.24.

e de sobrevivência. Um **projeto de inovação tecnológica**, portanto, pode envolver a atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) voltados à produção de um novo produto ou aprimorar um produto que já é comercializado, bem como criar ou aprimorar um processo produtivo. O esforço de P&D, no entanto, por si só, não representa um projeto de inovação tecnológica. A inovação tecnológica só ocorre quando a tecnologia desenvolvida atende a necessidades ou desejos humanos, isto é, quando ela se incorpora às atividades humanas.

Um projeto de desenvolvimento tecnológico não implica necessariamente a obtenção de produtos ou processos radicalmente novos. O desenvolvimento tecnológico não necessariamente representa uma ruptura tecnológica. A maior parte das inovações tecnológicas são incrementais, aprimoramentos feitos nos produtos ou processos de uma empresa. Frequentemente, esse desenvolvimento ocorre de maneira imperceptível para o próprio gestor, já que o mesmo pode ser realizado no chão de fábrica, como parte da rotina operacional da empresa, sem que seja dado destaque, na operação, ao esforço de desenvolvimento tecnológico.

É comum que o investimento no desenvolvimento tecnológico em empresas, tanto de processos como de produtos, ocorra no curso das atividades rotineiras e se dilua na sua rotina operacional sem que haja qualquer planejamento prévio dessa atividade. Em consequência, o gasto acaba sendo incorrido sem uma previsão de dispêndios e de ganhos esperados. Os gastos incorridos acabam sendo contabilizados como custos ou despesas operacionais, sem que a empresa tenha condições de identificar e muito menos antever o que investe em tecnologia, um ativo intangível cada vez mais importante na economia contemporânea.

Como consequência, a empresa não é capaz de tomar decisões gerenciais antecipadas quanto à conveniência e à dimensão do investimento a ser realizado, não consegue antecipar a identificação de fontes de recursos para esses investimentos e assegurar que estejam disponíveis quando necessário, nem de usufruir dos benefícios eventualmente oferecidos por meio de mecanismos públicos de estímulo e apoio ao desenvolvimento tecnológico nas empresas. As agências de fomento financiam investimentos em P&D, como será mostrado adiante, mediante apresentação de projetos de P&D, que devem ser formulados de maneira clara, objetiva e compreensível. Também incentivos fiscais para P&D podem ser usufruídos quando há um claro destaque, na empresa, dos gastos incorridos nessa atividade.

No entanto, o planejamento e a formulação de projetos de investimento, de modo geral, e de projetos de inovação, em particular, não são meramente um meio de obter empréstimos bancários ou para usufruir dos estímulos públicos ao investimento. O planejamento e a formulação prévia de projetos são a ferramenta de tomada de decisão quanto ao acerto de se investir na etapa seguinte, além de representarem um guia a ser seguido pelo investidor e pelos profissionais aos quais ele delega a execução do investimento. Em grande parte, o sucesso de empreendimentos é determinado na etapa de planejamento e formulação dos projetos. Além disso, uma regra de ouro é reduzir ao absolutamente mínimo necessário alterações durante a implantação, isto é, fazer prevalecer o plano. Quantos investimentos ultrapassam todas as previsões orçamentárias devido à perda de controle decorrente de modificações ou, o que é pior, sob o pretexto da 'necessidade' de modificar o que era previsto originalmente? Em projetos de P&D, é mais difícil evitar alterações ao longo da execução. Riscos e incertezas são inerentes à própria natureza da atividade de P&D, na qual uma linha de trabalho pode se revelar o caminho errado, exigindo a busca de alternativas. Não há, neste caso, uma total previsibilidade. Finalmente, a formulação de projetos de inovação é importante ferramenta para avaliar a tecnologia em desenvolvimento.

As organizações dependem cada vez mais de investimentos em inovação tecnológica e, na maioria dos casos, de seu próprio desenvolvimento tecnológico. Tecnologia é, cada vez mais, fator determinante na competitividade das organizações. E nem sempre uma organização pode contar com a possibilidade de simplesmente comprar tecnologia pronta. Por outro lado, o custo do desenvolvimento tecnológico é cada vez maior. Sobra pouco espaço para improvisação e trabalho isolado nessa atividade. Apesar disso, freqüentemente, a decisão de investir ou não em P&D é tomada de maneira intuitiva, incompatível com os altos gastos implícitos. Mesmo a incerteza associada ao investimento em P&D deve ser, na medida do possível, avaliada e incorporada na formulação do projeto de um empreendimento, como se mostrará a seguir.

Este trabalho se propõe a orientar a formulação de projetos de inovação tecnológica, a transformar uma idéia numa proposta de investimento, dando o necessário destaque ao investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), em sua etapa de planejamento, com vistas à tomada de decisões bem fundamentadas, por parte do gestor da empresa e para servir de guia na etapa de execução. Não se pretende aqui descrever um

plano de negócios (*business plan*). Assume-se, neste trabalho, que a fase conceitual do negócio, englobando o estudo de mercado, ou seja, a identificação do mercado, a definição do(s) produto(s), a concepção do negócio etc. já esteja vencida ou será feita após a formulação do projeto. Este trabalho se deterá, ou melhor, partirá da fase de planejamento e formulação do projeto de inovação tecnológica, considerando, como caso típico, aquele em que o projeto começa com as atividades de pesquisa e desenvolvimento.

O capítulo 2 busca descrever no que consiste um projeto de inovação tecnológica e os assuntos em que devem deter-se os seus formuladores, abordando sucintamente a questão complexa da avaliação da tecnologia e a estrutura em que é apresentado. Mostra ainda como planejar e formular um projeto de desenvolvimento tecnológico. Em seguida, o capítulo 3 trata do investimento em inovação tecnológica propriamente, que decorre do desenvolvimento da tecnologia e se segue a ela. É nessa parte que é possível avaliar a tecnologia para, com isso, analisar sua viabilidade e, com base nesta, tomar decisões, em distintos momentos, como a de prosseguir ou encerrar o esforço. Nesse sentido, na seção 3.2, é estruturada a projeção do fluxo de caixa do projeto de inovação tecnológica, com base na qual se fará, na seção 3.3, a análise financeira determinística do projeto, considerando os valores estimados como sendo os do caso-base, para, na seção 3.4, introduzir os elementos risco e incerteza, inerentes a qualquer projeto. Finalmente, o capítulo 4 discute as diferentes fontes de recursos financeiros a serem considerados para implantar um projeto de inovação tecnológica.

2 PROJETOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Projetos de Inovação Tecnológica não necessariamente envolvem atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D). A inovação tecnológica pode se dar pela difusão tecnológica, pela transferência de tecnologia, pela aquisição de equipamento, ou outras atividades inovativas. Entretanto, em muitos setores, tecnologia vem se tornando cada vez mais fator determinante de competitividade, de preservação de empregos e de sobrevivência das empresas. Em vários desses setores, tecnologia deixou de ser uma mercadoria, uma *commodity* que se encontra para comprar. Portanto, essas empresas têm que investir em P&D para se manter à tona em mercados cada vez mais globalizados e competitivos.

2.1 Valor da Tecnologia

Uma decisão que se coloca com frequência, na rotina do gestor de empresas, é a opção entre investir ou não num projeto. Desenvolver um produto, introduzir um novo processo ou um processo aprimorado e outros são as escolhas com que se depara o gestor. O fator determinante nessas escolhas é a expectativa de ganhos futuros e o risco associado ao investimento. O valor de um projeto é definido, sobretudo, em função desses dois fatores.

Para uma organização, é importante avaliar a tecnologia em que se propõe a investir, não só para saber o valor do ativo intangível que a organização incorpora a seu patrimônio e, portanto, o valor que agrega à organização. Para a empresa que desenvolve tecnologia para licenciá-la ou, de outra forma, negociá-la, a avaliação da tecnologia será uma base de preço a partir da qual ela poderá negociar a tecnologia desenvolvida, caso esse seja seu objetivo. Também em função do valor da tecnologia é que uma empresa decidirá, no começo e ao longo da formulação e da execução do projeto, se empreende e, depois, se prossegue ou não com o investimento em inovação tecnológica pretendido.

Numa época em que uma boa parte das grandes aquisições de empresas, fusões e negociações, no mundo, giram em torno de tecnologia, esta deixou de ser um adereço no meio dos ativos de uma organização. Tecnologia foi alçada a uma posição central na estratégia de negócios nas economias desenvolvidas e nos países emergentes. Por essa razão, conhecer o valor de uma tecnologia pode significar a diferença entre o sucesso ou a falência de empresas.

O valor da tecnologia não equivale ao quanto se despendeu para desenvolvê-la. O valor da tecnologia tem a ver com a expectativa de ganhos futuros a serem proporcionados por ela. No entanto, ganhos futuros serão facultados por empreendimentos a serem implantados, normalmente, com investimentos que se seguem aos investimentos em P&D propriamente. Assim sendo, o valor de uma tecnologia será afetado por e terá como dados de entrada em seu cálculo os gastos em P&D, os gastos com a implantação do empreendimento industrial que eventualmente se segue às atividades de P&D e os ganhos futuros esperados.

Se o gestor deseja saber o valor hoje da tecnologia que ele está considerando desenvolver, ele deverá trazer a valores atuais o conjunto dos ganhos e gastos futuros esperados. Deverá calcular ou estimar quanto espera desembolsar com o esforço de P&D, quanto espera desembolsar em investimentos industriais após os gastos com P&D e quanto ele espera ganhar, ao longo de anos futuros, com o empreendimento. Como o gestor deseja saber o valor hoje, ou seja, no instante inicial do projeto, também chamado de tempo zero (t_0), de todas essas entradas em caixa futuros e de todos os desembolsos, ele deverá trazê-los ao instante inicial. Em outras palavras, o gestor deverá conhecer o valor atual de cada uma dessas movimentações no caixa para, em seguida, calcular seu valor atual, de modo que todos esses valores possam ser somados, pois não é possível somar reais de um ano com reais de outro. Portanto, o valor de um projeto, numa primeira abordagem, é o valor atual líquido (VAL) de seu fluxo de caixa projetado.

Isto posto, é necessário ter em mente que, no caso de investimento no desenvolvimento de tecnologia, somam-se aos riscos inerentes a qualquer investimento (risco comercial, riscos operacionais, riscos de acidentes, riscos políticos etc.), o risco tecnológico propriamente dito. Ao desenvolver uma tecnologia, a sua exequibilidade ou a sua viabilidade econômica não está assegurada.

Isso não significa, no entanto, que avaliar tecnologia possa limitar-se ao cálculo do valor atual líquido da expectativa de ganhos futuros, ainda que nesses cálculos possam incorporar-se aspectos probabilísticos e, em muitos casos, valores numéricos que representem informações qualitativas. O valor da tecnologia engloba também aspectos qualitativos. A estratégia da organização envolvida, a disponibilidade da tecnologia no mercado, o preço que outros estarão dispostos a pagar, o nível de de-

envolvimento em que se encontra a tecnologia e a existência ou não de aplicação econômica e comercial que comprove a exeqüibilidade e a viabilidade da tecnologia etc. são fatores que afetam seu valor. Ainda que se possa argumentar que uma análise determinística e estocástica contenha os elementos para incorporar esses aspectos qualitativos e traduzi-los em avaliações quantitativas, alguns exercícios quantitativos podem tornar-se exatamente isso: meros exercícios.

O valor da tecnologia é um conceito que só faz sentido quando considerado num contexto. Nesse sentido, o valor da tecnologia é afetado pelo desejo, por vezes emocional, que ela desperta, pela ocorrência de algum fato que torna a tecnologia mais útil. Por exemplo, uma crise de abastecimento de petróleo valoriza tecnologia que torna a produção de etanol mais eficiente, ou a emergência de uma epidemia valoriza a tecnologia para sintetizar o farmoquímico que a combate. O mercado de consumo ou a moda também podem aumentar a atratividade da tecnologia de certos bens de consumo (ex.: o iPhone em 2007). Alguns desses fatores podem ser incorporados às projeções de fluxo de caixa e, portanto, às avaliações quantitativas. Em outros casos, esse exercício se torna rebuscado e irrealista.

O profissional que usa as ferramentas quantitativas não deve se deixar seduzir pela beleza dos modelos e perder de vista suas fragilidades. Entretanto, é importante poder contar com técnicas racionais e objetivas para chegar ao valor de um projeto. Esses exercícios, além disso, podem ajudar a organizar o raciocínio e oferecem uma primeira aproximação do que se deseja, mesmo para projetos menores desenvolvidos por organizações de pequeno porte.

Cabe lembrar também que, quanto maior o montante de um investimento, tanto mais elaboradas e fundamentadas devem ser as análises e avaliações. Pequenos empreendimentos, especialmente iniciativas tomadas em organizações de menor porte, como pequenas e médias empresas (PME), costumam ser objeto de avaliações menos elaboradas. Para essas, é comum que o bom senso e a avaliação intuitiva do gestor, calcados em sua experiência e conhecimento de seu negócio, sejam mais adequados e, possivelmente, mais acertados.

Um aspecto crítico na avaliação de tecnologia é seu estágio de desenvolvimento. Evidentemente, uma tecnologia já em uso no mercado e, portanto, cujos riscos de exeqüibilidade técnica, de viabilidade econômica

e comercial, de aceitação por parte de eventuais investidores e outros já estejam superados tem uma atratividade maior para o investidor que esteja considerando aplicar seu capital. Adquirir tal tecnologia pode ser uma inovação para uma empresa. No entanto, dificilmente, tecnologias comprovadas no mercado representam um negócio inovador que venha a dar, ao investidor, a vantagem do ineditismo e, portanto, de uma concorrência incipiente. Porém, os concorrentes, que investem em tecnologias pioneiras, provavelmente não se disporão a vender a tecnologia mais atual para fortalecer o concorrente.

Tecnologias pioneiras, quando adquiridas, ao mesmo tempo em que são aquelas que criam oportunidades de negócios, dependem, frequentemente, de investimentos suplementares em P&D, além de apresentarem ainda riscos que diminuam sua probabilidade de sucesso. O valor de uma tecnologia é sempre em função da expectativa de fatos futuros e nunca de fatos passados. A perspectiva de mais gastos futuros antes de o projeto trazer ganhos, além do fato de o risco de insucesso ser maior do que quando se trata de tecnologia consolidada e comprovada, são fatores que diminuem o valor de uma tecnologia que pode ser muito promissora. À medida que a mesma tecnologia vai sendo desenvolvida e diminui o risco, aumenta o valor da tecnologia.

A razão para se avaliar um projeto não é apenas para se conhecer o seu mérito, mas também compará-lo com outros investimentos que competem pelo mesmo capital, além, evidentemente, de considerar seu descarte, caso o seu valor seja negativo, isto é, se o valor atual das receitas esperadas ao longo da vida do projeto for inferior ao valor atual dos desembolsos. Em diversos momentos ao longo da formulação e da execução de um projeto, à medida que diminuem os riscos e incertezas, mas, por outro lado, aumentam os investimentos necessários para prosseguir com o projeto, as avaliações podem ser mais precisas e devem se tornar mais rigorosas. No capítulo 3 – Avaliação da Tecnologia –, serão descritas as técnicas determinísticas e estocásticas para avaliação da tecnologia.

Ainda que o modelo mostrado neste trabalho aponte para uma avaliação da tecnologia que busca incorporar as considerações qualitativas aqui descritas nas avaliações quantitativas, usando técnicas determinísticas e estatísticas, os indicadores de valor e de desempenho mais prováveis obtidos para o projeto de inovação devem ser usados com critério.

Finalmente, embora haja vasto campo para inovações incrementais para serem implementadas por pequenas e médias empresas, especialmente por meio da difusão tecnológica e que a decisão, nesses casos, possa ter um cunho mais informal ou intuitivo, o fato é que o desenvolvimento tecnológico, no mundo, se torna cada vez mais dispendioso. Desenvolvimento tecnológico é, cada vez menos, resultado de descobertas acidentais ou intuitivas e cada vez mais o resultado de trabalho sistemático e continuado, em equipes, realizado em organizações ligadas ao ambiente exterior. Com isso, o espaço para decisões baseadas na intuição é cada vez mais estreito.

2.2 Planejamento e Formulação de Projetos de Inovação Tecnológica

Um projeto de investimento industrial envolve três fases: a de pré-investimento, a de investimento e a fase de operação. A última fase é o resultado almejado do projeto. A fase de investimento consiste na execução propriamente do projeto. A fase de pré-investimento é aquela que envolve a formulação do projeto, seu planejamento, definição dos parâmetros técnicos de investimento e de operação, a avaliação do empreendimento, elementos esses que devem servir também de subsídio para a tomada de decisão de investir ou não no empreendimento e, ao longo da execução do projeto, decidir quanto ao seu prosseguimento. O desenvolvimento da tecnologia, com vistas à implantação de um empreendimento, é parte do pré-investimento. Entretanto, o pré-investimento envolve ainda os estudos e avaliações que permitem empreender o investimento industrial.

A formulação de um projeto de inovação tecnológica é a transformação de uma idéia em uma proposta de investimento e num roteiro para sua execução e implantação da tecnologia. A formulação engloba também o esforço de previsão e planejamento desse investimento. A pergunta inicial ao formular um projeto de inovação tecnológica é: o que se deseja saber? O que é necessário levantar para assistir na tomada de decisões, no planejamento do projeto e no gerenciamento de sua execução? Embora o termo 'projeto' seja empregado também para a fase de execução ou de implementação do empreendimento, para efeito deste trabalho, a palavra 'projeto' será entendida como o trabalho que antecede o investimento propriamente dito, mais precisamente denominado 'pré-investimento'. O projeto é o documento que reúne os elementos de informação necessária para tomada de decisões, para o planejamento da execução e para o gerenciamento da implantação de um empreendimento.

Formular um projeto de inovação tecnológica é, em primeiro lugar, uma avaliação da conveniência de uma organização investir seus recursos em uma idéia. O projeto, especialmente o estudo de viabilidade, possibilita ao tomador de decisão de uma organização decidir se convém investir e, com isso, evitar desperdiçar recursos em projetos que não trarão retorno. Trata-se também da ferramenta que permitirá comparar o projeto com outras alternativas de investimento a fim de escolher o mais atrativo, ou ainda, definir um preço básico a partir do qual iniciar a negociação da tecnologia, caso o objetivo da organização seja esse e não operar um empreendimento ela mesma.

Um alerta importante, antes de prosseguir, é para o fato de que não se formulam projetos apenas para obter benefício de mecanismos públicos de estímulo ao desenvolvimento e à inovação tecnológica. Situação freqüente, no Brasil, é que projetos sejam formulados em resposta à publicação de chamadas públicas ou à disponibilidade de fontes de financiamento. A ordem deve ser inversa: o projeto é formulado como resultado do surgimento de oportunidades para a organização ou da necessidade de superar entraves a suas atividades. Uma vez formulado o projeto é que se busca identificar fontes de recursos. Normalmente, há probabilidade positiva de que um bom projeto consiga mobilizar recursos para sua implementação, mesmo numa economia em que a liquidez é baixa, como no Brasil. A formulação de um projeto requer tempo e amadurecimento. Dificilmente, um projeto formulado apenas para responder à circunstância de um mecanismo de apoio, como linha de financiamento de uma agência, uma chamada pública ou edital, será bem-sucedido tanto na concretização de um potencial ou na superação de obstáculos da organização, como ainda no próprio acesso aos benefícios do mecanismo almejado.

As decisões a serem tomadas pelo gestor em uma organização envolvem a escolha entre investir ou não investir, se investir, em que rota tecnológica, com que resultados em mente e que decisões tomar, ao longo do andamento do projeto quanto à conveniência de prosseguir ou desistir, em que ritmo, e assim por diante. O planejamento do projeto atende à necessidade do investidor de saber em que momento e com quanto de retorno ele poderá contar, quanto tempo seu capital ficará empatado. O gestor da organização que abriga o projeto precisa saber o impacto desse novo empreendimento para a organização, que recursos serão necessários ao longo da execução e depois, quando o novo empreendimento

entrar em operação, o seu resultado. O gerente do projeto, por sua vez, precisará saber que recursos financeiros, humanos e materiais são necessários para minimizar imprevistos, atrasos e desempenho aquém do previsto. Finalmente, o projeto é importante para quem gerencia a sua execução, como guia que orientará suas ações.

Um projeto deve informar o problema que se propõe a resolver ou a oportunidade de negócio contemplada, uma demonstração de como se encaixa na estratégia da organização ou como atende a necessidades da mesma, deve enunciar os riscos e pressupostos básicos, uma apreciação das alternativas disponíveis, os recursos necessários, riscos envolvidos e desempenho econômico.

A estrutura da formulação de um projeto de inovação tecnológica pode assumir diferentes formatos. Não há uma itemização definitiva. As próprias agências de fomento trabalham com diferentes roteiros e formulários para apresentação de consultas prévias e solicitações de financiamento. Ainda que, nem sempre, os roteiros para apresentação de propostas às agências de fomento sejam os mais racionais e embora muitas empresas tenham sua própria estrutura para formulação de projetos, ao apresentar um projeto a uma financiadora, banco de fomento ou fundação de amparo à pesquisa (FAP) estadual, é importante que o projeto seja apresentado obedecendo ao roteiro, ou no formato exigido pela agência, ou ainda usando seus formulários específicos. Essas instituições recebem muitas propostas e o formato exigido visa uniformizar as propostas de modo a que seus analistas de projetos estejam em condições de entender o projeto sem necessidade de leituras demoradamente demoradas. Bons projetos podem ser perdidos, especialmente quando se tratam de editais ou chamadas públicas em que muitas propostas concorrem por recursos escassos porque sua apresentação não permitia aos profissionais da agência ou aos membros de comitês assessores ou de comissões julgadoras reconhecer o projeto e entendê-lo. Ainda que para o gestor do projeto esses formatos possam parecer uma camisa-de-força, algumas vezes, não deixa de ser um saudável exercício de organizar as idéias e de formulação do projeto.

No entanto, o objetivo deste trabalho não apenas é ensinar a atender às exigências das agências de fomento e das instituições financeiras. O objetivo, como mostrado acima, é transformar uma idéia numa proposta de investi-

mento que, além de funcionar como fonte de informações para a decisão de investir, sirva também para planejar a execução do empreendimento, para verificar o andamento e, finalmente, para sua implementação. Evidentemente, projetos de P&D muito pequenos, para os quais a tomada de decisão é menos elaborada, dispensam formulações muito trabalhosas, já que essas também são dispendiosas. Para esses casos, o bom senso do gestor indicará que partes do trabalho mostrado a seguir são dispensáveis. Além disso, a própria natureza do projeto determinará alguns aspectos de sua formatação, dispensando-se alguns itens ou ressaltando outros. No entanto, mesmo projetos menores propostos em empresas de pequeno ou médio porte devem ser formulados de maneira que permita, a quem os recebe, entender o que se propõe, o que está compreendido no projeto, qual a metodologia, qual a dimensão do projeto e outras informações que esclareçam do que se trata a quem cabe decidir pela sua execução, a quem é solicitado financiamento ou investimento e a quem mais será afetado pela nova iniciativa. O método de formulação aqui mostrado busca ser mais genérico, de modo a atender também a projetos de maior vulto. Para esses e a fim de atender às necessidades mostradas, este trabalho organiza um projeto de modo a conter os seguintes itens:

- objetivo;
- justificativa;
- escopo;
- metodologia de P&D;
- atividades;
- identificação dos recursos necessários;
- cronograma físico;
- orçamento;
- cronograma físico-financeiro de P&D;
- projeto de investimento em inovação tecnológica;
- estudo de viabilidade;
- identificação de fontes de recursos financeiros.

Nas seções seguintes, cada um desses itens será descrito com o necessário detalhamento. Para fins de maior clareza, ao longo deste trabalho, as explicações serão ilustradas com o exemplo de um projeto de inovação tecnológica fictício em consideração na empresa, também fictícia, Cia. XYZ de Biocombustíveis.

2.2.1 Objetivo

A redação do objetivo costuma ser de fundamental importância para uma primeira identificação do projeto. Muitos bons projetos se perderam porque a simples leitura do objetivo não permitia obter uma idéia clara do que se propunha. É comum que o objetivo seja descrito em várias páginas, em que se misturam justificativa, metodologia, desejos, manifestação de intenções, sem que ao leitor seja dado a entender, num primeiro exame, o que se propõe como projeto.

Objetivos devem ser formulados de uma maneira sucinta e clara, já que se trata, freqüentemente, da primeira leitura. Não é desejável que o destinatário do projeto desista de ler o restante devido à sua falta de tempo. Os objetivos podem ser o enunciado sucinto de um problema a ser resolvido ou de uma oportunidade de negócios a ser aproveitada.

O objetivo deve dizer claramente o que se quer com o projeto. Portanto, ele não deve entrar em detalhes sobre como se pretende obter esses resultados. Também não deve mencionar resultados tão amplos e remotos que não permitam identificar o projeto. Dizer que o objetivo de um projeto é aumentar os lucros da empresa ou melhorar o bem-estar da sociedade, ainda que esses possam ser o benefício último almejado, não dão uma clara idéia do que consiste o projeto. O objetivo de um projeto deve contribuir para a consecução dos objetivos de uma organização, ou ainda de uma sociedade, mas não necessariamente se confundem com estes últimos. Alguns autores falam de *objetivo geral*, quando se referem ao que neste trabalho se define como *objetivo*, e usam a expressão *objetivos específicos* quando se referem a *metas*.

Enunciar o objetivo do projeto pode ser entendido como uma formulação estratégica, enquanto a descrição da metodologia seria a definição tática. O objetivo do projeto representa a sua identidade e, uma vez formulado, deve prevalecer ao longo de toda sua execução. Já a definição da metodologia pode partir da escolha de uma entre várias alternativas de obtenção dos resultados almejados.

Exemplo⁴:

Quadro 1: Exemplo de 'objetivo'

Objetivo: Produzir etanol com bagaço de cana-de-açúcar.

2.2.2 Justificativa

Justificativa é o arrazoado em que o idealizador ou o responsável pelo projeto defende sua idéia e oferece elementos de convencimento quanto à conveniência de a organização ou outro ator incorrer nos gastos necessários para sua execução.

Na justificativa são apresentados os benefícios que o projeto deverá acarretar. Os benefícios podem ser de duas naturezas: benefícios intrínsecos e externalidades positivas ou benefícios extrínsecos.

- Benefícios intrínsecos são os ganhos que o projeto representa para quem investe e são mencionados para justificar o projeto perante a direção da empresa que o abriga.
- Externalidades⁵ são conseqüências ou impactos que ultrapassam os interesses do investidor ou os limites da organização e atingem a economia ou a sociedade. Externalidades podem ser positivas ou negativas. Externalidades positivas são os ganhos que o projeto traz para a sociedade. São elas que justificam o projeto perante o poder público representado por órgãos como agências de fomento, agências reguladoras, órgãos ambientais e outros.

Evidentemente, para justificar um projeto junto à direção da organização que se pretende que venha a investir no mesmo, ênfase será dada aos benefícios intrínsecos do projeto, enquanto que, na apresentação de um projeto para obter apoio financeiro ou aprovação de entidade pública, suas externalidades positivas é que justificam uma posição favorável. Isso, no entanto, não exclui que empresas privadas, crescentemente cobradas em termos de *responsabilidade social*, privilegiem projetos que apresentem externalidades positivas ou que minimizem externalidades negativas, tais como degradação do meio ambiente ou problemas sociais. Ao mesmo

4 O exemplo mostrado aqui e nas seções seguintes deste trabalho serve apenas para fins de ilustração de formulação de projetos. O autor não pretende, com o mesmo, agregar qualquer informação a respeito da tecnologia do etanol ou outra e os dados ou informações aqui apresentadas não têm verossimilhança em termos tecnológicos. Pressupõe-se, neste exemplo, que se trata de um projeto hipotético de inovação tecnológica implementado pela Cia. XYZ de Biocombustíveis, uma empresa, também hipotética, já existente e que já se encontrava em atividade econômica.

5 Em economia, externalidade é um impacto (positivo ou negativo) para alguém não envolvido numa dada transação. Verifica-se uma externalidade quando uma decisão causa custos ou benefícios a terceiros, freqüentemente, ainda que nem sempre, resultantes do uso de bens públicos. Em outras palavras, os participantes de uma transação econômica não arcam, necessariamente, com todos os custos ou gozam de todos os benefícios da transação.

tempo, acredita-se que órgãos de fomento, ainda que tenham como missão o interesse público, queiram assegurar-se da viabilidade econômica dos empreendimentos que apóiam.

Exemplo de justificativa:

Quadro 2: Exemplo de 'justificativa'

Após uma experiência malograda nos anos 1990, especialmente como consequência da instabilidade da oferta por parte dos produtores, o etanol tem tido uma demanda crescente como combustível veicular. Essa demanda tende a crescer, sobretudo depois do desenvolvimento e lançamento, no mercado, dos carros com motor Flex, que opera tanto com gasolina como com etanol. Mais barato, menos agressivo ao meio ambiente, o etanol parece mesmo ser uma tendência geral e vem ganhando adeptos.

Enquanto no Brasil o etanol é produzido a partir do caldo da cana-de-açúcar, gerando o álcool etílico, fora do Brasil, vêm sendo desenvolvidos processos de fabricação a partir de resíduos agrícolas ou lenhosos, sendo chamado de etanol celulósico. O bagaço de cana-de-açúcar resultante do processamento do caldo de cana pode servir como matéria-prima adicional para produção de etanol.

Uma parte do bagaço, atualmente, é queimado para gerar energia. Entretanto, outras formas de biomassa podem ser queimadas para esse fim. A empresa que conseguir usar o bagaço para produzir etanol, além daquele que resulta do caldo de cana, será mais competitiva e poderá aumentar seu faturamento. Nos EUA e em outros países, há pesados investimentos no desenvolvimento dessa tecnologia.

Benefícios intrínsecos:	Externalidades:
<ul style="list-style-type: none"> a) Projeto em harmonia com as estratégias da empresa. b) Ampliação na produção e, portanto, no faturamento. c) Redução de custos. d) Redução em descarte na inspeção final. e) Agregação de recursos no produto que representam aumento de valor. f) Incorporação de tecnologia pela empresa, tornando-a menos dependente de fornecedores estrangeiros. g) Capacitação tecnológica que aumenta o poder decisório dos gestores da empresa. h) TIR, VAL. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Preservação e geração de empregos. b) Atenuação de danos ambientais (por exemplo: reciclagem de rejeitos). c) Melhoria da balança comercial. d) Aumento da arrecadação. e) Agregação de valor a <i>commodities</i>, no país. f) Criação de postos de trabalho de maior qualificação. g) Satisfação do mercado interno, entre outros.

2.2.3 Escopo

O escopo indica o alcance do projeto. De onde ele parte e até onde vai; o que está contido nele. Na descrição do escopo de um projeto de inovação tecnológica, é freqüentemente necessário separar o investimento em P&D, ou pré-investimento, do posterior investimento industrial em que a tecnologia desenvolvida será implantada industrialmente. Para efeito de organização do trabalho, para fins de apresentação de uma solicitação de financiamento a órgão de fomento, ou mesmo no caso de empresas cuja atividade precípua seja P&D e cujos objetivos sejam alcançados no momento em que a tecnologia é negociada, o escopo de um projeto pode estar limitado a ensaios em escala de bancada ou às atividades de P&D, ou ainda encerrar-se, como no exemplo aqui usado, no projeto de engenharia e estudo de viabilidade. A análise econômica e financeira, no entanto, só pode ser feita com base na formulação de ambas as etapas.

No exemplo em tela, o projeto visa, em última análise, permitir à Cia. XYZ de Biocombustíveis produzir etanol a partir do bagaço. Entretanto, a implantação industrial e a produção propriamente dita estão fora do escopo desse projeto. O mesmo termina com o projeto de engenharia e o estudo de viabilidade de uma planta industrial de produção de etanol a partir do bagaço. A implantação industrial e sua operação constituem um outro projeto, ou mais de um, posterior ao projeto de nosso exemplo.

A inovação, no entanto, só ocorre quando a tecnologia desenvolvida se converte em atividade econômica ou comercial, gerando valor para a sociedade. Embora o escopo do projeto se encerre com o projeto de engenharia, a análise econômica e financeira só poderá ser feita com base também no estudo do investimento industrial.

Exemplo:

Quadro 3: Exemplo de 'escopo'

O projeto visa desenvolver um processo que permita obter etanol também com o bagaço, em acréscimo àquele produzido com o caldo. Pretende-se aperfeiçoar os processos enzimáticos hoje conhecidos em escala de bancada, devendo o produto final ser o projeto de engenharia e o estudo de viabilidade de uma unidade produtora de álcool etílico que tenha, como matéria-prima, o bagaço da cana.

2.2.4 Metodologia de P&D

A **metodologia** mostra a maneira pela qual se espera atingir os resultados almejados. A metodologia indica como, partindo do estágio de conhecimento em que se encontra a organização, ela planeja obter as soluções ou a superação de obstáculos tecnológicos. A metodologia pode incluir atividades técnicas de pesquisa bibliográfica, uso de ferramentas de busca de patentes, os tipos de ensaios laboratoriais, a maneira como se dará o ganho de escala, a prova de conceito etc. A metodologia proposta para um projeto de P&D a ser realizado costuma ser uma primeira idéia da rota tecnológica a ser adotada. Pela própria natureza incerta do desenvolvimento tecnológico, uma metodologia pode revelar-se inadequada e outros caminhos podem ter que ser tomados, freqüentemente, após um esforço ter sido despendido na rota que se revelou errada.

Quadro 4: Exemplo de 'metodologia'

O projeto visa desenvolver uma enzima que provoque uma digestão do bagaço, num processo que resulte numa substância que seja o insumo necessário para a produção de etanol.

2.2.5 Atividades do Projeto

Nesse item são mostradas as **atividades** que farão parte da execução do projeto. Freqüentemente, as atividades se confundem com a metodologia ou com o escopo do projeto, já que a própria descrição das atividades pode indicar o seu escopo ou a sua metodologia.

Na realidade, o item 'atividades' é importante na formulação de um projeto, pois é com base nelas que serão, subseqüentemente, elaborados o cronograma físico, o cronograma físico-financeiro, o qual, por sua vez, possibilitará projetar o fluxo de caixa do empreendimento, importantes elementos de planejamento e de montagem de eventuais operações de financiamento.

Quadro 5: Exemplo de 'atividades'

- a. Levantamento bibliográfico.
- b. Buscas no sistema internacional de patentes.
- c. Desenvolvimento em laboratório (escala de bancada).
- d. Contratação de assistência técnica.
- e. Desenvolvimento em escala-piloto (ganho de escala ou *scale-up*).
- f. Produção de protótipos em escala industrial (cabeças de série).
- g. Projeto de engenharia.
- h. Estudo de viabilidade.
- i. Produção-piloto, comercialização pioneira, e outros.

2.2.6 Identificação dos Recursos Necessários

A atividade seguinte do gestor do projeto ou de quem o propõe será antecipar o que será necessário quando tiver lugar a execução do projeto. Isso possibilitará, ao gestor, um melhor planejamento e assegurar-se de que tudo que seja necessário para executar o projeto esteja disponível no momento, na qualidade, na quantidade e no local necessário.

Gastar tempo nessa atividade pode representar a prevenção de perdas muito maiores que ocorreriam caso viessem a faltar recursos na fase da execução e os operários, os equipamentos e outros recursos ficassem ociosos enquanto se providenciava um dado item que tenha faltado por imprevidência de quem formulou o projeto. O custo desse tipo de falta pode resultar no tempo ocioso dos demais recursos mobilizados, na postergação da entrada em operação de um empreendimento e, portanto, no retardo do faturamento que representaria o início da amortização dos investimentos iniciais e, acima de tudo, no perigo de a organização perder a oportunidade estratégica de implantar uma nova tecnologia no momento certo.

Exemplo:

Quadro 6: Exemplo de ‘recursos necessários’

Mão-de-obra para P&D	
Matéria-prima consumida em P&D	
Contratação de serviços	Aluguéis e leasing
	Análises laboratoriais
	Consultoria
	Manutenção de aparelhos
Viagens	
Tecnologia adquirida no exterior	
Proteção de PI no exterior	
Novos pesquisadores. Titulação? (M.Sc e Ph.D.)	
Investimento para atividades de P&D: compra de aparelhos, equipamentos, prédios etc.	
Investimento em intangíveis para P&D: engenharia, licenças, patentes.	

2.2.7 Cronograma Físico-Financeiro

A partir da relação de atividades do projeto, uma parte fundamental de sua formulação e planejamento é identificar quando será realizada cada atividade e que tempo demandará. É nesse momento que quem planeja um projeto distribuirá suas atividades no tempo, estipulando, para sua execução, metas parciais, normalmente uma ação descrita no infinitivo, além dos indicadores de progresso.

O cronograma, que pode assumir a forma de um gráfico de Gantt, um gráfico PERT ou outro, mostrará também as atividades que podem ser realizadas simultaneamente, de modo a não somar tempos. Além disso, é importante identificar as precedências obrigatórias, ou seja, de que ações prévias depende uma determinada atividade, bem como a localização do caminho crítico que determinará o prazo total de execução a partir do momento em que tiver início sua implementação. Os riscos associados às estimativas de tempo devem ser estimados. A identificação de riscos e incertezas será também elemento importante para as análises estocásticas que eventualmente se seguirão, caso se trate de projeto de maior vulto.

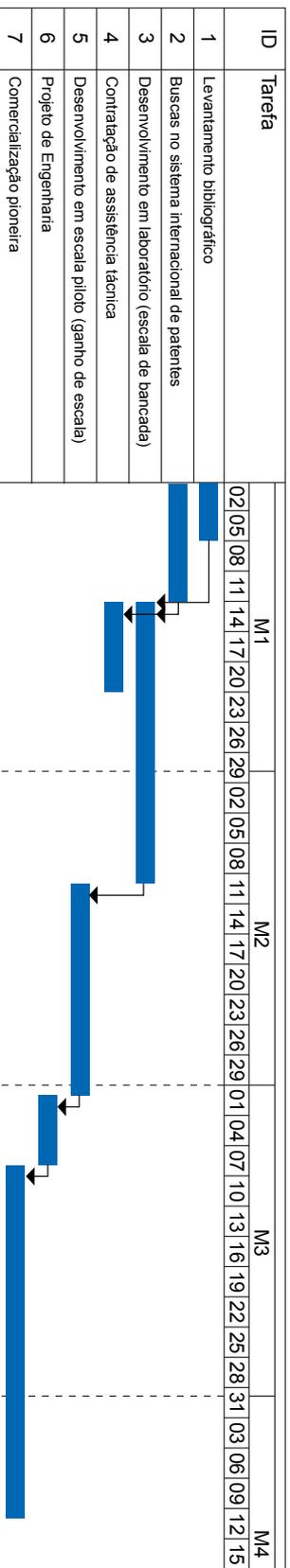
O cronograma físico será importante ferramenta para o gerenciamento da execução do projeto. Por ocasião da execução do projeto, o seu avanço deverá ser confrontado periodicamente com os marcos indicativos de progresso e resultados intermediários definidos no cronograma. Além disso, na formulação do projeto, será necessário também associar os recursos identificados como necessários para a execução do projeto, às atividades previstas, de modo que esses recursos possam ser mobilizados no devido tempo.

Ilustração 1: Exemplo de cronograma físico

CRONOGRAMA

Desenvolvimento da Tecnologia

Projeto da Cia. XYZ de Biocombustíveis para produzir etanol a partir do bagaço de cana



2.2.8 Orçamento de P&D

O orçamento é a previsão estimada dos gastos a serem incorridos em cada item do projeto. Além de elemento básico para a tomada de decisão quanto a implementar ou não o projeto, trata-se de ferramenta essencial para seu planejamento e execução. O orçamento permitirá prever como e quando os recursos financeiros serão necessários e servirá como referência contra o qual aferir os gastos realizados ao longo da execução.

Para elaborar o orçamento, o formulador do projeto deverá atribuir valor aos gastos com a mobilização de recursos para as atividades, de modo a permitir uma previsão de desembolsos futuros. Por se tratarem de projeções para o futuro e, portanto, estimativas, haverá sempre uma **margem de erro** para um dado **nível de confiança**. Em grandes empreendimentos, é necessário indicar o risco associado às variáveis estimadas, para posteriores análises estocásticas.

O ponto de partida para a formulação do orçamento, nesse caso, são os recursos necessários previstos na seção 2.2.6, acima, e sua aparência inicial seguirá aproximadamente o formato mostrado no exemplo abaixo. Por se tratar de uma estimativa, os valores do orçamento, nesse ponto, representam a situação mais provável à luz das informações disponíveis para quem formula o projeto. Esses valores serão usados com a noção, por parte de quem toma as decisões, de que pode haver desvios para mais ou para menos. Por essa razão, no processo decisório, esses valores serão a base em torno da qual se admitem afastamentos, por isso mesmo chamados de **caso-base**.

Quadro 7: Exemplo de 'orçamento'

NATUREZA DO DISPÊNDIO		R\$ mil
Mão-de-obra para P&D		92
Matéria-prima consumida em P&D		75
Serviços	Aluguéis e leasing	7
	Análises laboratoriais	6
	Consultoria	30
	Manutenção aparelhos	8
Viagens		22
Tecnologia adquirida no exterior		90
Proteção de PI no exterior		20
Novos pesquisadores. Titulação (M.Sc e Ph.D.)		0
SUBTOTAL – Gastos correntes		350
Investimento para atividades de P&D (aparelhos, equipamentos, prédios etc.)		160
Investimento em intangíveis para P&D (engenharia, licenças, patentes etc.)		70
TOTAL – Dispêndios em P&D no ano		580

2.2.9 Cronograma Físico-Financeiro de P&D

O cronograma físico-financeiro mostra os dispêndios incorridos na execução das atividades de P&D do projeto, distribuídos ao longo do tempo de sua execução. Por essa razão, esses gastos devem estar associados às atividades do projeto.

O cronograma físico-financeiro deve ser submetido pelo gestor do projeto de P&D ao tomador de decisões da organização. A decisão de autorizar o gasto com o projeto dependerá, entre outros, dessa previsão de gastos no tempo, juntamente com a expectativa de ganhos futuros como resultado dessa nova iniciativa. Para uma entidade pública, a decisão envolve uma análise de custos-benefícios em que a expectativa de ganhos futuros pode se apresentar na forma de desenvolvimento econômico ou social, incremento no bem-estar ou ainda na geração ou preservação de postos de trabalho. Para uma empresa, ganhos futuros devem ser representados na forma de projeção do fluxo de caixa do projeto de inovação tecnológica, a ser implantado após um esforço bem-sucedido de P&D.

O cronograma físico-financeiro é também o cerne de um pedido de financiamento para gastos com P&D a uma agência de fomento. A operação de financiamento à P&D será montada com base no cronograma físico-financeiro de desembolsos em P&D.

46

Da mesma maneira que o orçamento, o cronograma físico-financeiro, por ser uma previsão, nada mais é do que uma estimativa de valores e tempos futuros. Essa estimativa será tratada como a situação esperada ou, com base nas informações disponíveis no momento da estimativa, a situação mais provável, que servirá de base para todas as avaliações e decisões a serem tomadas. Na análise de risco que será feita mais adiante, esse valor esperado representará a base, ou **caso-base**, em torno da qual serão feitas as estimativas probabilísticas. O quadro 8, a seguir, mostra o formato típico de um cronograma físico-financeiro.

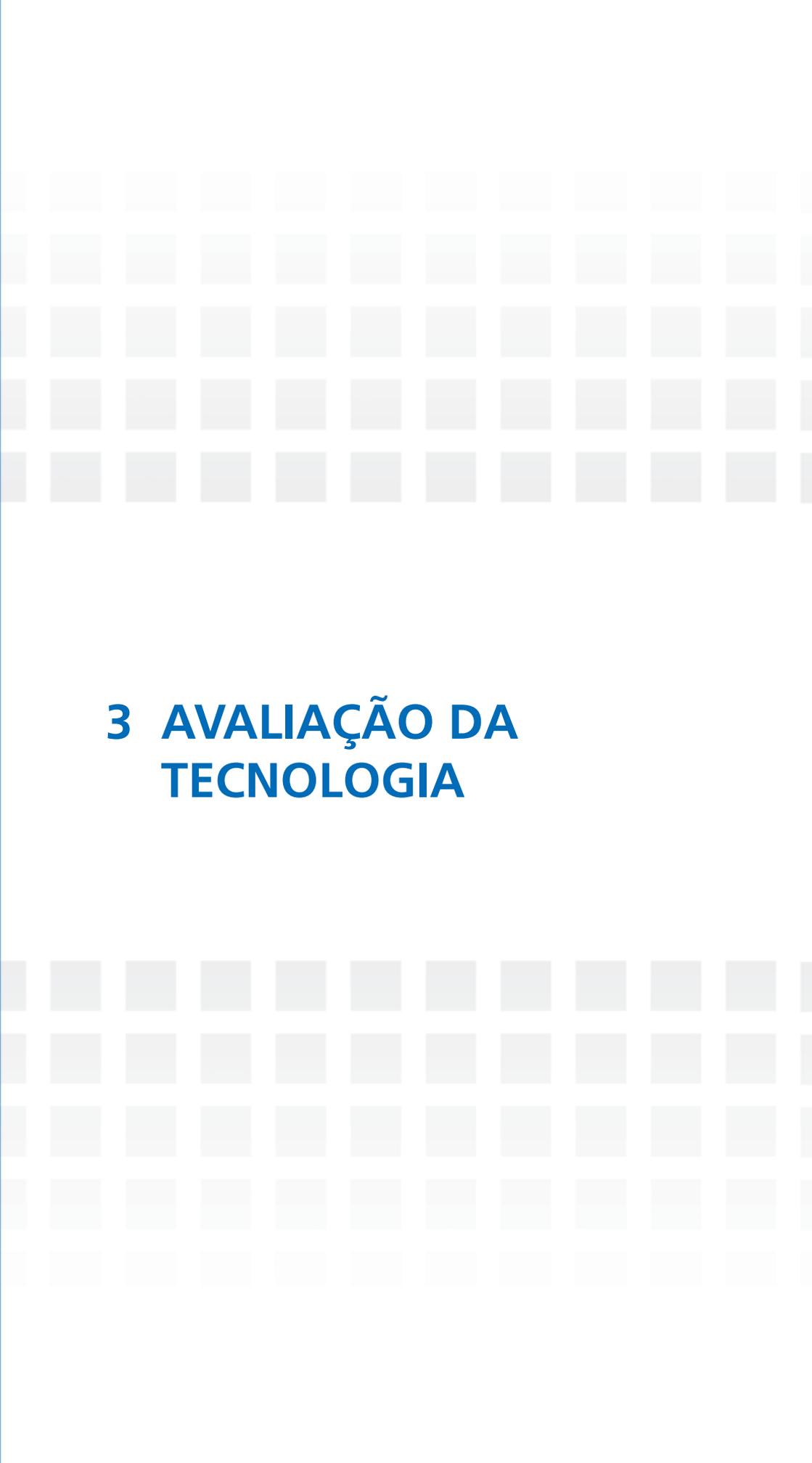
Quadro 8: Exemplo de 'cronograma físico-financeiro'

Fluxo de Caixa do Projeto de P&D				
(antes de impostos)				
	R\$ mil			
	Julho	Agosto	Setembro	TOTAIS
Atividade				
Levantamento bibliográfico	5			5
Buscas no sistema internacional de patentes	30			30
Desenvolvimento em laboratório	130			130
Contratação de assistência técnica	90			90
Desenvolvimento em escala-piloto		92		92
Projeto de engenharia			135	135
Comercialização pioneira			98	98
TOTAL	255	92	233	580

2.2.10 Estudo de Viabilidade e Avaliação da Tecnologia

A apresentação do projeto deverá concluir com uma avaliação da tecnologia e da viabilidade e do interesse de a empresa investir no seu desenvolvimento e, posteriormente, na sua implantação.

Essa parte será mostrada no capítulo 3 – AVALIAÇÃO DA TECNOLOGIA. Na formulação de um projeto de inovação tecnológica, é muito importante saber o valor e atribuir números à expectativa de ganhos a serem gerados pela nova tecnologia, porque é o que dá ao gestor elementos para tomar decisões de implementar ou não ou fazer eventuais mudanças de curso. A descrição do estudo de viabilidade e da avaliação pode aparentar uma complexidade maior do que a necessária. Pequenas empresas ou projetos de menor porte poderão ser avaliados de maneira mais intuitiva ou com menor rigor metodológico. Este trabalho, no entanto, se propõe a oferecer ao leitor as técnicas existentes, cabendo ao usuário avaliar onde simplificar. Em diversos momentos, o texto mostra técnicas menos sofisticadas para avaliar e para a tomada de decisões.



3 AVALIAÇÃO DA TECNOLOGIA

Até o item 2.2.9 Cronograma Físico-Financeiro de P&D, este trabalho se referiu à atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Como discutido na seção 2.1 Valor da Tecnologia, ela resulta em valor. A tecnologia gerada é um ativo intangível para a empresa, a saber: o conhecimento, a competência para resolver um problema, para produzir um bem ou serviço. Esse ativo intangível, portanto, possibilitará à empresa realizar negócios e auferir ganhos ao longo de exercícios futuros. É importante lembrar, no entanto, que a concretização desse negócio, a efetiva produção de um bem ou serviço, ou mesmo a solução de um problema de uma empresa, normalmente só se dará após providências que se seguem à P&D.

A inovação tecnológica propriamente ocorre quando o conhecimento gerado se traduzir em um uso para alguma atividade humana. Mesmo para a empresa cujo objetivo é negociar a tecnologia, o valor de seu 'produto' é o valor atual líquido da expectativa de ganhos futuros com o uso da tecnologia gerada numa atividade humana. Portanto, a inovação tecnológica só ocorre quando a tecnologia desenvolvida atende a necessidades ou desejos humanos, isto é, quando ela se incorpora às atividades humanas, ou, por outra, quando o conhecimento gerado resulta em um negócio para uma empresa ou quando traz um benefício para a sociedade.

Na atividade empresarial e mesmo no setor público, isso significa que, para que a tecnologia gerada se transforme em benefício para a sociedade, de modo geral, e para a empresa, em particular, é necessário investir num empreendimento. Esse investimento segue o investimento em P&D e seu valor costuma ser um múltiplo do mesmo. Pode ser vinte vezes o investimento em P&D.

Numa empresa, isso significa que o investimento tem que ser entendido para além do esforço de P&D. O investimento em tecnologia, ou melhor, o pré-investimento tem que ser avaliado à luz dos gastos que representa o investimento industrial ou o investimento num empreendimento comercial que dará significado econômico à tecnologia. Além disso, o investimento deve ser entendido também à luz dos ganhos que a tecnologia produzida proporcionará à organização, como consequência do novo empreendimento.

3.1 Estudo de Viabilidade

Antes de empreender a implantação física de um empreendimento, o investimento industrial, propriamente, é necessário realizar estudos para determinar a sua exequibilidade e economicidade, além de planejar sua execução, tomar decisões e antever resultados. O estudo de viabilidade é, portanto, um estudo prévio para aferir e registrar a capacidade de um empreendimento ser criado e ganhar vida própria. Trata-se do trabalho inicial, cujo produto é a recomendação quanto à conveniência de investir esforços e recursos num empreendimento.

Allan Thomson⁶ define Estudo de Viabilidade Econômica (*Business Feasibility Study*) como "(...) um processo controlado para identificar problemas e oportunidades, determinar objetivos, descrever situações, definir resultados de sucesso e avaliar a faixa de custos e benefícios associados às várias alternativas de solução de um problema". Dada a aparente obviedade do termo, há definições que beiram o pleonasma: "(...) a *feasibility study* is an analysis of the viability of an idea"⁷.

Como mencionado, a avaliação de um empreendimento, a decisão de prosseguir num dado investimento pode ser feita em diferentes níveis de precisão e costuma ser feita em vários momentos ao longo da formulação do projeto, que costuma englobar diferentes etapas e graus de certeza. As etapas de formulação de um projeto podem variar, conforme o caso. Entretanto, o processo de definição do empreendimento, uma vez desenvolvida razoavelmente a tecnologia, costuma passar por estas fases:

- a) **Projeto conceitual:** no projeto conceitual são definidas configurações básicas de um empreendimento. Soluções alternativas costumam ser contempladas na formulação de um projeto de investimento (*project shell*). O estudo conceitual é feito com base na escolha entre essas soluções alternativas. Uma ferramenta usada quando essa escolha é mais complexa, é a árvore de decisões, com a qual se busca descrever e atribuir valores às diversas combinações de alternativas. As decisões tomadas nas etapas preliminares devem ser revistas e refinadas em etapas posteriores, à medida que informações mais precisas e detalhadas se tornam disponíveis. É nessa etapa que são feitos **estudos de localização**, escolhas quanto a o que, na operação, será **produzido**

6 THOMSON, A. *Entrepreneurship and business innovation: the art of successful business start-ups and business planning*. Perth, Australia: , Murdoch Business School, 2005.

7 HOFSTRAND, D.; HOLZ-CLAUSE, M. *What is a feasibility study?* Iowa, USA: Iowa State University, [2006].

no empreendimento e o que será adquirido de terceiros, o grau de integração horizontal e vertical do empreendimento, a escala do projeto, tipos de produto, escolha da tecnologia, época da implantação etc.

- **Localização:** escolhas como localizar o empreendimento próximo às fontes de suprimento de insumos ou próximo do mercado, ou priorizar a disponibilidade de mão-de-obra podem ser complexas e envolver modelos de transporte que permitam considerar diferentes variáveis de efeitos opostos.
 - A decisão quanto ao nível de integração vertical do empreendimento: produzir intramuri ou adquirir de terceiros.
 - Escolha do mercado a ser atendido. Por exemplo: atender ao mercado classe A ou ao mercado classe D.
 - A escolha do canal de comercialização.
- b) **Engenharia básica:** é a etapa em que são definidos os primeiros parâmetros técnicos do empreendimento, são especificados os equipamentos e demais ativos.
- c) **Projeto executivo:** dá os procedimentos e detalhes, listas de insumos, custos, prazos, desenhos detalhados e outros que orientarão a implantação do empreendimento.

A formulação inicial do projeto de inovação tecnológica costuma ser feita numa etapa muito preliminar e com poucas informações quanto ao posterior investimento industrial. Por isso, o orçamento do investimento industrial costuma ser feito com certa margem de erro, nessa etapa. Esse orçamento, no entanto, dá uma primeira idéia quanto ao acerto da decisão de se investir em P&D.

Há casos em que a formulação de um projeto de inovação tecnológica não permite a realização de um estudo de viabilidade por falta de dados técnicos oriundos da atividade de P&D. Há situações em que o investimento em P&D é feito por razões estratégicas, sem que haja condições de justificá-lo com um estudo de viabilidade. Há ainda casos em que não é possível encetar o trabalho de P&D para, com 5% ou 10% do investimento, obter informações técnicas, ainda que com menor precisão, pois há desenvolvimentos tecnológicos que são feitos por inteiro ou não há como obter informações parciais em etapas intermediárias.

Há ainda situações em que o estudo de viabilidade, ou mesmo o de pré-viabilidade, é substituído pela unidade-piloto. Uma unidade-piloto, às vezes tratada como planta-piloto, para desagrado dos puristas, é a construção que permite simular, em escala reduzida, o empreendimento, de modo que eventuais erros e perdas não assumam a proporção que teriam caso ocorressem no empreendimento final. Representa um ganho de escala (*scale-up*) em relação à bancada de laboratório e permite simular situações próximas da operação industrial. Tanto o estudo de viabilidade como o investimento em unidade-piloto costumam representar um gasto de 5% a 10% do investimento final e ambos permitem antecipar resultados do empreendimento. A planta-piloto se aplica quando o empreendimento permite reproduzir em escala menor todas as configurações do empreendimento em escala plena. Isso não se aplica quando o empreendimento ou parte das instalações só são exeqüíveis em escala plena. Por exemplo, é pouco realista fazer a unidade-piloto do aproveitamento hidrelétrico de um dado curso d'água ou de um aeroporto ou de uma estrada.

A unidade-piloto em um projeto de inovação tecnológica, mais do que possibilitar antever a viabilidade econômica do empreendimento, é parte do desenvolvimento tecnológico, já que essa etapa representa um ganho de escala em relação à escala de bancada ou simulação computacional em que a tecnologia foi desenvolvida. A escala-piloto, nesse caso, permite aproximar a tecnologia da situação de operação industrial.

Quadro 9: Unidade-piloto e estudo de viabilidade

No exemplo ilustrativo deste trabalho, uma unidade de produção de etanol a partir do bagaço de cana, poderia haver uma unidade-piloto. O mais provável seria o uso de uma combinação de ambos recursos: a **unidade-piloto** e o **estudo de viabilidade**.

De maneira geral, no entanto, ao longo da atividade de P&D, podem ser feitas novas avaliações quanto à conveniência ou não de prosseguir com o investimento ou ainda de redirecioná-lo. A decisão de prosseguir ou não com o esforço de P&D é tomada em função do valor da tecnologia a ser desenvolvida, o qual, por sua vez, é calculado como o valor atual da expectativa de ganhos futuros, os quais devem ser no mínimo iguais ao que se investiria hoje no projeto, o que equivale a dizer que o projeto se mostrará viável se o valor atual de entrada de caixa e desembolsos for maior do que zero. Evidentemente, esse valor é onerado pelo risco associado aos parâmetros projetados. Além dos riscos econômicos e de

mercado de qualquer empreendimento, há, no caso de investimentos em tecnologia, o risco tecnológico propriamente dito. O risco resultante da possibilidade de a tecnologia em apreço não ser bem-sucedida técnica e/ou economicamente. Por isso, à medida que avançam as atividades de P&D, diminuem as incertezas e riscos associadas à tecnologia que oneram o seu valor, o que resulta em aumento de seu valor, caso, ao longo dos trabalhos, a tecnologia se mostre exequível. Porém, o avanço dos trabalhos pode revelar novos dados que apontem para uma diminuição na expectativa de ganhos futuros, ou mesmo para uma possível inviabilidade técnica. Neste caso, em lugar de ganhar valor, a tecnologia pode, ao contrário, perder atratividade. O gestor do projeto ou o tomador de decisões, na organização, terá que se confrontar, em diferentes momentos ao longo das atividades de P&D, com a decisão de prosseguir com os gastos em P&D ou interrompê-los.

Importante lembrar, no entanto, que o projeto deve ser avaliado, a cada momento, em função dos desembolsos e entradas de caixa futuros. Qualquer decisão de prosseguir ou não com um projeto será tomada sempre em função da expectativa de fatos futuros. O passado não poderá mais ser alterado pela tomada de decisões num dado instante. Assim sendo, gastos já incorridos não são levados em conta na decisão. Eles geraram uma situação no presente que dá, ao gestor, condições de decidir em função de perspectivas futuras caso ele tome uma determinada decisão. A contabilidade é um registro de fatos passados mas, para a tomada de decisão, interessam gastos e ganhos futuros, os quais não terão sido objeto da escrituração contábil.

Também para efeitos de avaliação da tecnologia, interessam apenas fatos futuros. Por exemplo, numa avaliação após a conclusão do investimento em P&D, esse gasto não entra mais no cálculo do valor da tecnologia. O resultado será que a tecnologia já desenvolvida, no nível de P&D, não dependerá mais, para seu usuário, da realização desse dispêndio. Para esse usuário, será necessário incorrer nos gastos e ganhos a partir da conclusão de P&D e, por isso mesmo, a tecnologia nesse estágio valerá mais do que uma que ainda tenha que passar pelo estágio de P&D. Isso vale também para empresas cuja atividade é negociar a tecnologia que ela desenvolve. Identicamente, uma tecnologia avaliada após a implantação industrial valerá mais do que uma tecnologia que se encontra no estágio de conclusão das atividades de P&D, para o detentor do empreendimento que pretende operá-lo ou negociá-lo.

A formulação de um projeto passa por várias etapas, conforme aumente o nível de conhecimento e, com isso, diminuam risco e incerteza associados aos dados usados na formulação e, sobretudo, na estimativa de valores. A formulação de um projeto em etapas de precisão crescente evita que se passe diretamente da idéia de um empreendimento para o estudo de viabilidade, pois as etapas anteriores podem apontar para a sua inviabilidade ou para a necessidade de redirecionamento antes de se incorrer no gasto com estudos mais precisos. Em geral, essas etapas são o perfil de investimento, estudo ou projeto de pré-viabilidade e o estudo de viabilidade. Embora esses conceitos sejam usados diferentemente e nem sempre de maneira muito precisa⁸, neste trabalho as três etapas são definidas como segue:

- O **perfil de investimento** ou estudo de oportunidade de projeto parte da identificação de oportunidades sugeridas por situações econômicas ou de mercado, características da estrutura industrial ou de infra-estrutura ou ainda de estímulos resultantes de políticas públicas. Pode ser definido como a transformação da idéia de um projeto em uma proposta preliminar de investimento⁹. Esse tipo de estudo usa, como parâmetros, a experiência e analogia com projetos semelhantes, referentes ao investimento em tela. A margem de erro costuma ser alta, em torno de 45% para mais ou para menos (valor = estimativa \pm 45%). Esse tipo de estudo oferece dados em termos de ordem de grandeza. Em geral, o perfil de investimento é usado como uma primeira aproximação, nas etapas preliminares de um projeto, antes de se incorrerem em grandes gastos com levantamento de informações e seu processamento.
- O **projeto de pré-viabilidade** é feito com estimativas baseadas em informações específicas do projeto. É feito um projeto de engenharia básica, mas a previsão dos itens de dispêndio não é necessariamente resultado de tomadas de preço no mercado fornecedor. Na maior parte, os gastos com cada item são estimados ou calculados. A análise se restringe a um ano típico, ou ano-tipo. Esse tipo de estudo ainda não atribui valores aos anos futuros, ou seja, não projeta para a vida do empreendimento e, portanto, não permite análises financeiras que levem em conta o valor do dinheiro no tempo. As margens de erro ainda são relativamente altas, em torno de 25%.

8 BEHRENS, W.; HAWRANEK, P. M. *Manual for the preparation of industrial feasibility studies*. Vienna: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 1991.

9 Idem.

- O **estudo de viabilidade** é feito com maior acuidade. O projeto de engenharia está feito e os gastos são calculados com base em tomadas de preço específicos. O estudo de viabilidade usualmente inclui o projeto industrial e contém uma projeção de desembolsos e ingressos, no tempo, ao longo de um prazo de n períodos, o que implica a possibilidade de se projetar o empreendimento no formato de um fluxo de caixa e, portanto, efetuar avaliações financeiras que fundamentem tecnicamente as tomadas de decisão. As margens de erro, nesse caso, são menores, por exemplo: $\pm 15\%$ ¹⁰.

Após um certo avanço da atividade de P&D ou após a sua conclusão, o orçamento do investimento industrial e o fluxo de caixa que o englobe poderão ser feitos com uma margem de erro mais reduzida, que permitirá tomar nova decisão quanto à implantação do empreendimento. Essa estimativa dos valores mais prováveis será o **caso-base**¹¹ do projeto.

O trabalho inicial na formulação de um projeto se baseia nas escolhas feitas e nas características mais prováveis, as quais são tomadas como o **caso-base**. O caso-base corresponde ao projeto feito com parâmetros previstos como escolhidos ou mais prováveis, tais como:

- as alternativas operacionais escolhidas;
- a previsão orçamentária;
- o cronograma projetado.

Trata-se de estimativas pontuais, entendidas como as mais prováveis, com base nas quais se faz uma análise determinística do projeto. Evidente vários parâmetros do empreendimento podem, nos estágios subseqüentes, desviar-se do caso-base, já que o mesmo se calcava em previsões e estimativas. O primeiro fluxo de caixa, tratado na seção 3.2, corresponde ao caso-base.

3.2 Fluxo de Caixa do Projeto de Inovação Tecnológica

O fluxo de caixa é o resultado líquido do valor dos ingressos e dispêndios de dinheiro, acarretados pelo projeto de inovação tecnológica, projeta-

¹⁰ A amplitude da margem de erro pode ser diferente, conforme a dimensão do projeto, conforme o nível de turbulência no ambiente de negócios, conforme a aceitação de margens de erro em diferentes culturas organizacionais etc. Boer diz apenas que: "(...) o nível de confiança vai melhorar quando a engenharia de detalhamento tiver sido concluída e propostas de construtoras sejam recebidas. Estimativas preliminares de investimento têm uma confiabilidade típica de 25% a 35%. Estas melhoram, em etapas, até chegarem a 10% ou 15% (...)". Ver: BOER, F. P. **The valuation of technology**: business and financial issues in R&D. Wiley operation management for professionals, USA, 1999, p. 215

¹¹ Boer dá o nome de "pro forma model" ao que neste trabalho é denominado caso-base. Onde este texto trabalha como o fluxo de caixa líquido projetado para o caso-base, Boer, além disso, faz projeções do balanço e do demonstrativo de lucros e perdas (idem, p. 213).

dos no tempo. O fluxo de caixa é a ferramenta central para o investidor que toma decisões quanto a investir ou não e quanto a prosseguir ou não com o investimento no projeto. É o fluxo de caixa que possibilita demonstrar, perante quem toma decisões na organização, o impacto financeiro esperado da inovação tecnológica resultante do esforço de P&D. Também aqui, tendo em vista tratar-se de uma previsão de desembolsos e ingressos futuros de dinheiro, o fluxo de caixa representa uma estimativa, havendo, portanto, incertezas associadas aos valores.

A seguir, será descrita a maneira com que é feita a previsão do fluxo de caixa e seu uso na avaliação da tecnologia e, portanto, da viabilidade do projeto. Embora as ferramentas usadas de matemática financeira sejam relativamente simples e exista uma vasta literatura sobre o assunto¹², o leitor não familiarizado com esses conceitos poderá optar por uma leitura mais superficial deste capítulo, passando ao Capítulo 4 – Fontes de Recursos Financeiros. Conforme salientado em diferentes trechos deste trabalho, descreve-se aqui uma técnica mais completa, para uso no planejamento e formulação de projetos de longo alcance, normalmente levados a cabo em grandes organizações ou planejados por profissionais especializados. Empresas menores, engajadas em projetos mais simples, contam com técnicas menos elaboradas e de mais fácil aplicação, ainda que, por vezes, de natureza mais intuitiva ou menos precisa.

Assim, ao lado de técnicas mais rigorosas, são mostradas adiante ferramentas simplificadas, na seção 3.3 – Análise Financeira do Caso-Base, bem como na seção 3.4 – Risco e Incerteza. Na seção 3.3, são mencionadas as técnicas de receita total, fluxo de caixa total e tempo de *pay-back*, enquanto na seção 3.4 são descritas a abordagem subjetiva, o equivalente à certeza, o uso de taxas de desconto ajustadas ao risco e árvores de decisão. Embora técnicas simplificadas muitas vezes encerrem propriedades conceituais e, por isso mesmo, tragam erros de origem, em pequenas empresas e tratando-se de pequenos projetos, o conhecimento do negócio e, sobretudo, a experiência dos gestores costumam ser usados para corrigir tais distorções. A favor de soluções simplificadas resta dizer, ainda, que soluções muito elaboradas não serão de grande valia se os dados de entrada forem estimados com altas margens de erro e baixos níveis de confiança. Processamentos muito sofisticados com base em dados imprecisos não corrigirão essas imprecisões. Em alguns casos, poderão até amplificá-los.

¹² PUCCINI, Abelardo de Lima. *Matemática financeira: objetiva e aplicada*. 7ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

Estimativas de fluxo de caixa são normalmente feitas na moeda corrente do país no qual o projeto se localiza. Por exemplo, um projeto de inovação no Brasil provavelmente seria avaliado em reais. No entanto, em economias de inflação acentuada, avaliações são usualmente realizadas em moeda forte. Nesses casos, é preferível utilizar moeda que constitua a base para projeções de preços de *commodities*, tais como euros, dólares americanos ou algum índice como cesta de moedas. Neste exemplo, usou-se, como unidade monetária, R\$ mil constantes, ou seja, sem previsão de efeito inflacionário futuro sobre as projeções. Essa decisão simplificadora pressupõe que a inflação afete uniformemente todos os preços no mercado, o que não é verdadeiro. O uso de moeda corrente nas projeções, no entanto, pode ser irrealista quando se trabalha com horizontes de, no mínimo, dez anos.

O quadro 10, abaixo, mostra alguns dos parâmetros técnicos de investimento e operacionais previstos para um empreendimento com a tecnologia em desenvolvimento. Esses parâmetros são dados de entrada para a montagem do fluxo de caixa líquido projetado do empreendimento mostrado no quadro 12. Tendo em vista tratarem-se de parâmetros técnicos próprios da tecnologia em desenvolvimento, há riscos e incertezas associados a esses valores. Esses riscos diminuirão à medida que avançam as atividades de P&D, as quais possibilitarão melhor conhecimento do processo, e tornarão os parâmetros mais precisos. Assim sendo, o fluxo de caixa líquido projetado do projeto de inovação tecnológica, na maior parte, foi calculado a partir dos parâmetros técnicos.

Fluxos de caixa e os critérios econômicos associados devem, inicialmente, ser avaliados numa base antes dos tributos. Só então as regras tributárias relevantes são aplicadas para converter a distribuição no tempo do fluxo de caixa antes do imposto para uma base pós-tributos. A distribuição, no tempo, dos fluxos de caixa pós-impostos é utilizada para determinar os indicadores de decisão oferecidos pelo fluxo de caixa descontado. Num projeto de P&D ainda entra, na análise pós-impostos, a redução tributária resultante dos incentivos fiscais estipulados no Capítulo III da Lei nº 11.196/2005.

Quadro 10: Parâmetros de investimento e operacionais do investimento

PARÂMETROS	Caso-base										Observações
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano	
Preço do litro de álcool (R\$)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Produção de álcool / t bagaço (l)	0	300	300	350	400	400	400	400	400	400	Parâmetros críticos
Volume de bagaço processado (t mil/ano)	0	6	15	15	20	20	21	22	23	24	
Custo unitário da mão-de-obra (R\$/h)		7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	
Número de h-h necessários (mil h/ano)		53	60	60	65	65	65	65	65	65	
Custo do insumo (R\$/t)		30	30	30	25	25	25	25	25	25	
Consumo do insumo (t/litro de álcool)		0,006	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	

Quadro 11: Legenda

LEGENDA	
Células-título	
Campos para preencher (dados de entrada)	
Cálculos intermediários	
Valores calculados	
Resultados	

Quadro 12: Fluxo de Caixa do Projeto de Inovação Tecnológica (caso-base) – R\$ mil

	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano	VAL	Horizonte
Investimento em P&D	(580)											
Aquisição de terreno para fábrica	(2.000)											
Preparação do terreno	(400)											
Construção das instalações industriais	(3.000)	(500)										
Capital de giro	(300)	(350)										
Aquisição de equip. industrial, inclui IPI	(2.700)	(4.150)										
Posta-em-marcha	(300)											
TOTAL INVESTIDO	(8.980)	(5.300)										
Faturamento adic. resultante do projeto	0	1.800	4.500	5.250	8.000	8.000	8.400	8.800	9.200	9.600		
Despesas do empreendimento (excl. deprec.)		(300)	(350)	(350)	(350)	(350)	(454)	(549)	(633)	(706)		
Mão-de-obra direta		(400)	(450)	(450)	(488)	(488)	(488)	(488)	(488)	(488)		
Insumos		(324)	(608)	(709)	(900)	(900)	(945)	(990)	(1.035)	(1.080)		
Fl. de caixa líquido antes de impostos	(8.980)	(4.524)	3.093	3.741	6.263	6.263	6.514	6.774	7.045	33.575	1.085	26.248
Depreciação dos prédios	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)		
Depreciação do equipamento industrial	(270)	(685)	(685)	(685)	(685)	(685)	(685)	(685)	(685)	(685)		
Gastos correntes c/ P&D (RIR Art. 349)	(350)											
Gastos c/ P&D 60% (Lei nº 11.196/05, art. 19)	(210)											
Obtenção patente (Lei nº 11.196/05, art. 19, § 3º)					(70)							
Deprec. ativos para P&D (Lei nº 11.196/05, art. 17-III)	(36)	(36)	(36)	(12)								
Deprec. aparelhos para projeto (Lei nº 11.196/05, art. 20)	(40)											
Amortiz. intangíveis (Lei nº 11.196/05, art. 17-IV)	(70)											
Lucro tributável para IRPJ	(1.076)	(45)	2.272	2.944	5.408	5.478	5.729	5.989	6.260	6.542		
IRPJ (aliquota 25%)	269	11	(568)	(736)	(1.352)	(1.369)	(1.432)	(1.497)	(1.565)	(1.635)		
Deprec. ativos para P&D (Lei nº 11.196/05, art. 20, § 3º)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)		
Deprec. apar. para projeto (Lei nº 11.196/05, art. 20, § 3º)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)		
Amortiz. intangíveis (Lei nº 11.196/05, art. 20, § 3º)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)		
Lucro líquido para CSLL	(960)	(39)	2.278	2.926	5.378	5.462	5.713	5.973	6.244	6.526		
CSLL (aliquota 9%**)	86	4	(205)	(263)	(484)	(492)	(514)	(538)	(562)	(587)		
IPI do equip. industrial, assumido 10%	(270)	(415)										
IPI dos ativos para P&D (Lei nº 11.196/05, art. 17-III)	(8)											
IR retido na fonte sobre remessa tecnológica	(20)											
Fluxo de caixa líquido após tributos	(8.922)	(4.924)	2.320	2.742	4.427	4.402	4.567	4.739	4.918	5.104		
Fluxo de caixa líquido após tributos com horizonte	(8.922)	(4.924)	2.320	2.742	4.427	4.402	4.567	4.739	4.918	5.104	295	13.210

22,625%

3.2.1 Cálculo do fluxo de caixa líquido projetado

Os quadros 10 e 12, acima, são inicialmente elaborados com dados bastante preliminares e representam a melhor estimativa de valores projetados para dez anos futuros. Os parâmetros técnicos e operacionais mostrados no quadro 10 são estimados com base nos conhecimentos técnicos existentes antes de se iniciarem os investimentos em P&D e/ou em algum momento ao longo dos trabalhos, quando já se disponha de informações mais fundamentadas para estimar esses valores. Os parâmetros técnicos são dados que permitirão o cálculo de diversos valores no fluxo de caixa líquido projetado mostrado no quadro 12. Uma vez montado o fluxo de caixa em planilha eletrônica, fica fácil repetir os cálculos à medida que avança a execução do projeto e aumenta a certeza em relação aos valores usados, substituindo-se apenas os dados de entrada. Para efeito de análise econômica, convencionou-se considerar cada fluxo de caixa como ocorrendo ao fim do seu respectivo ano – critério de fim de período. O investimento feito no ano 1, por exemplo, é assumido como tendo sido feito ao final do ano 1. O instante inicial, ou tempo zero ou atual, isto é, agora, o momento presente em que nos imaginamos tomando as decisões e para o qual são calculados os equivalentes em valor atual dos movimentos de caixa subseqüentes, é o começo do ano 1, também tratado como t_0 .

No fluxo de caixa, as primeiras linhas mostram os investimentos iniciais do empreendimento, entre os quais, o primeiro deles corresponde ao investimento em P&D orçado na planilha mostrada no quadro 7, de onde veio o valor de R\$ 580 mil, os quais, como mostra também o quadro 8 – Exemplo de cronograma físico-financeiro –, são gastos inteiramente durante o primeiro ano (três meses) do projeto. Em seguida, foram lançadas as estimativas projetadas de investimentos em aquisição e preparação do terreno da unidade produtiva, em construção das instalações industriais, na alocação de capital de giro para o empreendimento, na aquisição de equipamento industrial com Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) incluído e gastos iniciais de entrada em operação ou posta-em-marcha. A soma desses dispêndios representa o total investido em cada ano da implantação do empreendimento e corresponde a um desembolso inicial no fluxo de caixa do projeto de inovação tecnológica.

Os três parâmetros técnicos iniciais estimados no Quadro 10:

- 'Preço do litro de etanol' em R\$/l previsto para ser vendido ao longo dos dez primeiros anos do empreendimento;

- a 'produção de etanol por tonelada de bagaço de cana processado' em l/t-bagaço, um parâmetro cujo valor será mais bem conhecido à medida que avançarem as atividades de P&D; e, finalmente,
- o 'volume anual de bagaço de cana processado', em t mil/ano.

Multiplicados entre si, darão, como resultado, ano a ano, no quadro 12, o faturamento resultante do projeto de inovação tecnológica, adicional ao faturamento já existente para a Cia. XYZ de Biocombustíveis, a qual, neste exemplo, já tinha outras atividades econômicas. Este será previsto basicamente como um ingresso em caixa para o empreendimento.

Em seguida, foram estimadas as despesas gerais e indiretas atribuíveis ao empreendimento ao longo de seus dez primeiros anos, excluídas dessas despesas as depreciações, eventuais amortizações de ativos diferidos e exaustão. A mão-de-obra direta do novo empreendimento foi calculada a partir de dois parâmetros operacionais que foram estimados no quadro 10 para o período abrangido pelo fluxo de caixa, que são o custo unitário da mão-de-obra, em R\$/h, e o número de h-h necessários, em h mil/ano. Multiplicando um parâmetro operacional pelo outro, resultará o custo da mão-de-obra direta, que corresponde a uma linha de desembolsos no fluxo de caixa líquido projetado. Outro item de dispêndio operacional do empreendimento é o custo dos insumos e matéria-prima do empreendimento, o qual é calculado multiplicando-se quatro parâmetros operacionais, que são: a produção de etanol em litros por tonelada de bagaço de cana processado multiplicada pelo volume de bagaço processado, em t mil/ano, cujo resultado corresponde ao volume de etanol produzido. Este resultado, por sua vez, deverá ser multiplicado pelo custo unitário do insumo por litro de etanol, o qual, por sua vez, é obtido multiplicando-se o custo do insumo, em R\$/t-insumo, pelo consumo do insumo, em t/l-etanol. A soma desses três valores representa, neste exemplo, o total dos desembolsos operacionais do empreendimento.

Atribuindo sinal negativo para desembolsos e valor positivo para ingressos em caixa e somando-se algebricamente, ano a ano, o total dos investimentos, o total do faturamento e os totais dos desembolsos operacionais do projeto, obtém-se o fluxo de caixa líquido projetado do projeto de inovação tecnológica antes dos tributos. Desembolsos que a empresa deixa de fazer como resultado do projeto são tratados, financeiramente, como ingresso de caixa. Esse fluxo de caixa antes de tributos já permite algumas avaliações. Entretanto, a análise, para ser mais real, deve levar

em conta os impostos, taxas e contribuições previstas para o empreendimento e usar o fluxo de caixa líquido projetado após o pagamento dos tributos previsíveis. Ao investidor interessa o ganho após o pagamento de todos os tributos resultantes do negócio.

Para achar o fluxo de caixa após tributos, esses devem ser calculados. Para tanto, deve-se conhecer o lucro líquido, ou lucro tributável, para, com base neste, calcular o Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) e a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL). O lucro líquido que serve como base de cálculo para o IRPJ tem algumas diferenças para a base de cálculo da CSLL, como se verá.

Para chegar ao lucro líquido a partir do faturamento, deve-se deduzir, do faturamento, as despesas e custos operacionais (despesas gerais, custo da mão-de-obra, insumos e outros que porventura haja), inclusive depreciação dos ativos imobilizados e a amortização dos ativos diferidos ou intangíveis, bem como eventual exaustão de recursos naturais. Diferentemente do cálculo do fluxo de caixa, os investimentos feitos não são subtraídos para se chegar ao lucro líquido, pois simples trocas de ativos não são despesas nem custos que afetem o lucro. Depreciações, amortizações e taxas de exaustão, por outro lado, embora não representem movimentações de caixa e, portanto, não afetem diretamente o fluxo de caixa, ao serem deduzidos do lucro líquido, afetam tributos pagos e esses, sim, representam movimentações financeiras.

Os prédios, no projeto em tela, têm uma vida útil prevista de 20 anos e sua depreciação, portanto, se dará a uma taxa de 5% (ao ano) do valor investido. Os equipamentos industriais do empreendimento têm vida útil de dez anos e, portanto, serão depreciados a uma taxa anual de 10%.

Os gastos correntes investidos em P&D, por sua vez, podem ser totalmente amortizados no exercício em que foram efetivamente incorridos, conforme disposto no Regulamento do Imposto de Renda (RIR) (Decreto nº 3.000/1999, art. 349). Para efeito de cálculo do IRPJ e da CSLL, deduz-se ainda do faturamento, mais uma vez, 60% dos mesmos gastos correntes investidos em P&D (incentivo fiscal previsto na Lei nº 11.196/2005, art. 19). No projeto em tela, assumiu-se que a empresa não aumentou o quadro de empregados dedicados à P&D, o que elevaria esses mesmos 60% para 70% ou 80%. Assume-se também que a tecnologia desenvolvida será objeto de depósito de pedido de patente e que a mesma será concedida quatro anos após a conclusão dos trabalhos de P&D, isto é, no 5º ano

do empreendimento. Nessa oportunidade (5º ano), a empresa poderá, adicionalmente, deduzir 20% dos gastos com P&D (Lei nº 11.196/2005, art. 19, § 3º).

Para efeito de cálculo do IRPJ, mas não da CSLL, são admitidas depreciação e amortização aceleradas. Ativos adquiridos para P&D na empresa, tais como equipamentos necessários para o projeto, mas que servirão a futuras atividades de P&D, poderão ser depreciados em um terço de sua vida útil. Assim sendo, dos equipamentos avaliados em R\$ 160 mil no Quadro 7, R\$ 120 mil se referem a equipamentos que poderão continuar sendo usados para P&D. Pressupondo que sua vida útil seja de 10 anos, a Lei permite sua depreciação em 3,3 anos, ou seja, a uma taxa de depreciação de 30% nos três primeiros anos e os 10% restantes no 4º ano (Lei nº 11.196/2005, art. 17, III). Os R\$ 40 mil restantes dos equipamentos se referem a aparelhos destinados a pesquisa neste projeto de P&D e que não terão qualquer uso posterior. Eles serão totalmente depreciados no prazo de execução das atividades de P&D, ou seja, no primeiro ano (Lei nº 11.196/2005, art. 20). Finalmente, os ativos intangíveis ou diferidos adquiridos no bojo da execução da P&D, tais como projetos de engenharia, marcas e tecnologias, que normalmente seriam amortizados ao longo de sua vida útil, podem, para efeito de cálculo do IRPJ, ter amortização acelerada no exercício em que os gastos foram incorridos. No Quadro 7, consta um gasto com intangíveis de R\$ 70 mil, que são, portanto, integralmente amortizados no primeiro ano (Lei nº 11.196 / 2005, art. 17, IV).

Subtraindo-se esses itens do faturamento, portanto, obtém-se o lucro líquido para efeito de cálculo do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ). Aplicou-se a alíquota de 25% do Lucro Líquido para obter o IRPJ.

Para obter a base de cálculo da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), por sua vez, não há depreciação nem amortização acelerada dos ativos usados em P&D. Portanto, para chegar ao lucro líquido, nesse caso, os ativos destinados à pesquisa devem ser depreciados ao longo de toda a vida útil, o mesmo se passando com a amortização dos ativos diferidos destinados à P&D (Lei nº 11.196/2005, art. 20, § 3º). No projeto do exemplo, os equipamentos têm vida útil de 10 anos e, portanto, são depreciados a uma taxa anual de depreciação de 10%. Os intangíveis têm uma vida útil determinada principalmente pela sua obsolescência, de cinco anos, e são, por isso, amortizados a uma taxa anual de 20%. Essas três depreciações e amortização são deduzidas do faturamento, além dos

itens comuns a ambas as bases de cálculo, para resultar no lucro líquido usado para efeito de cálculo da CSLL. Quando este trabalho era escrito, a alíquota para cálculo da CSLL era 9%¹³.

Há ainda outros tributos que afetam o fluxo de caixa e serão deduzidos para se chegar ao fluxo de caixa após tributos. A alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) que incide sobre o preço dos equipamentos industriais adquiridos foi assumida em 10%. Essa alíquota, na realidade, varia conforme o produto. Assumiu-se aqui que todo o IPI creditado na venda do etanol já está implícito no preço do produto. O IPI que incide sobre os equipamentos destinados a P&D, por outro lado, tem um desconto de 50% (Lei nº 11.196/2005, art. 17, II). Assim sendo, o IPI, nesse caso, será de 5% dos R\$ 160 mil (quadro 7). Finalmente, é deduzido o Imposto de Renda Retido na Fonte (IRRF) incidente sobre remessas feitas a residentes no exterior, em pagamento pela aquisição de tecnologia. A retenção normal sobre remessas seria de 25%, dos quais 10% se referem à Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), a qual representa o aporte de recursos a alguns dos fundos setoriais para apoio à ciência e tecnologia, principalmente o chamado Fundo Verde-Amarelo. Os 15% restantes correspondem ao IRRF propriamente dito. A aquisição de tecnologia no exterior, quando representa parte de um esforço de P&D no Brasil, pode obter uma redução de 20% dos 15% de IRRF caso a remessa seja feita até 31/12/2008 e de 10% dos 15% de IRRF caso a remessa ocorra entre 1/1/2009 e 31/12/2013 (Lei nº 11.196/2005, art. 17, V). Assumiu-se, no projeto, que a remessa de R\$ 90 mil mostradas no Quadro 7 tenha sido feita antes de 31/12/2008. Entre 1/1/2009 e 31/12/2013, a retenção na fonte, também calculada com base nas remessas, seria de R\$ 21,15 mil.

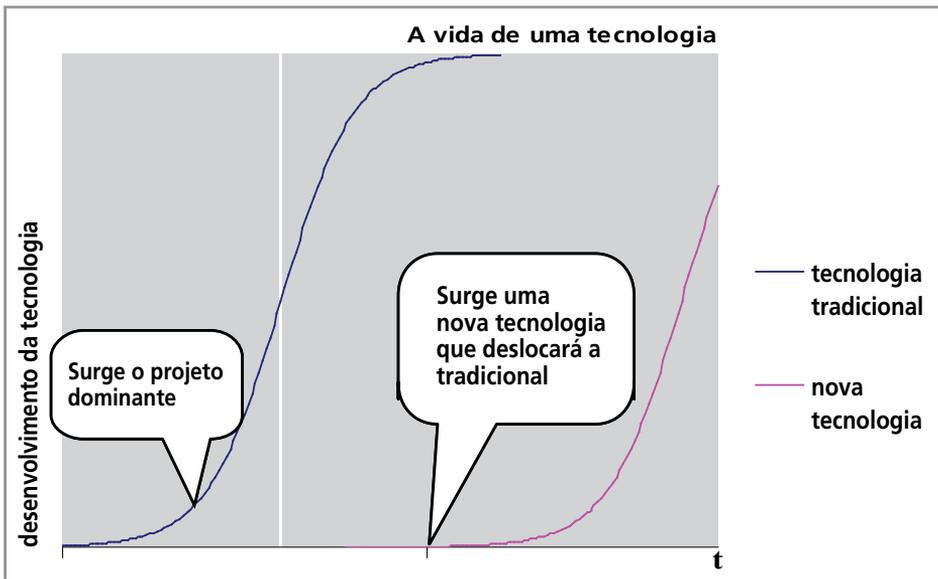
Finalmente, considerando-se as entradas de caixa como positivas e desembolsos, negativos, soma-se algebricamente, ano a ano, o fluxo de caixa líquido antes dos tributos, ao IRPJ, à CSLL, ao IPI do equipamento industrial, ao IPI dos equipamentos destinados a P&D, ao Imposto Retido na Fonte sobre remessa por tecnologia. Desembolsos que deixarão de ser feitos, como decorrência do projeto, são tratados como ingressos em caixa. O resultado será o Fluxo de Caixa Líquido Projetado após tributos do projeto de inovação tecnológica, na última linha do Quadro 12. O tomador de decisões dispõe agora da ferramenta que lhe permitirá efetuar as avaliações financeiras relativas ao projeto.

13 Em razão da não prorrogação da CPMF, o governo aventou a hipótese de aumentar a alíquota da CSLL para 15% a partir de abril de 2008. Esse aumento acabou sendo imposto a alguns setores, mas não o industrial.

Uma questão que surge, quando se avalia tecnologia, é o horizonte de tempo ou a quantidade de períodos pela qual devem se estender as projeções de fluxo de caixa e, caso se possa assumir que o fluxo de caixa continuará perpetuamente, que valores atribuir ao período que corresponde ao horizonte, ou seja, qual deve ser o valor de horizonte.

A questão de número de períodos futuros, numa época em que são cada vez menores os ciclos tecnológicos, deve levar em conta a vida útil da tecnologia que está sendo desenvolvida. A vida útil de uma tecnologia apresenta o comportamento de uma curva sigmoideal ou curva de aprendizado.

Ilustração 2: Ciclo tecnológico



Numa fase inicial de desenvolvimento, a aceitação de uma tecnologia no mercado, sua penetração e seu uso comercial não é grande. Em seguida, há uma fase em que o uso da tecnologia se difunde, como resultado de um projeto dominante. Por exemplo, a tecnologia do transistor, desenvolvida nos anos 1940, ganhou impulso com a disseminação do rádio de pilha nos anos 1950. Nessa fase, o detentor da tecnologia costuma realizar grandes ganhos enquanto essa tecnologia não tenha se difundido aos concorrentes, até que surja a fase de incorporação do uso da tecnologia, quando então ela é explorada economicamente, normalmente, com a presença de maior concorrência e, por isso mesmo, menores preços, até que sobrevenha uma nova tecnologia que, gradualmente, a desloque do mercado. Por exemplo, a microeletrônica acabou por deslocar os circuitos discretos do mercado.

Um projeto de desenvolvimento e implantação de uma tecnologia de vida útil curta deve ter o fluxo de caixa projetado pelo número de períodos que corresponda ao tempo de vida útil da tecnologia, ou seja, o tempo que se estima que a tecnologia seja econômica e comercialmente viável, antes de ser deslocada por uma nova tecnologia. Em geral, tecnologias de informação e comunicação (TIC), tais como softwares, celulares, circuitos integrados e aplicações para mobilidade, têm tido ciclos de vida mais curtos, variando de cinco ou seis anos, nos casos mais duradouros, para dois a três anos. Nessas situações, portanto, a definição do horizonte temporal para projeção do fluxo de caixa é mais imediata: o projeto tem de pagar-se no horizonte de vida útil da tecnologia. O estudo de viabilidade, portanto, deve limitar-se aos períodos compreendidos dentro desse horizonte, assumindo-se, ao final desse prazo, a liquidação do negócio: os ativos revertem para a empresa ou para o investidor, na forma de ingresso de caixa no período final. Estoques são liquidados, recebíveis são cobrados, contas a pagar são saldadas, no que equivale à recuperação do capital de giro e ativos são vendidos pelo seu valor contábil (preço de aquisição menos depreciação acumulada, o que vem a ser um pressuposto aceitável). Em alguns projetos, pode ainda haver gastos residuais, como a recomposição paisagística de uma mina exaurida ou recomposição ambiental de um sítio industrial. Na hipótese eventual de o prazo de projeção se estender para além da vida útil da tecnologia objeto do projeto de inovação, deve-se incluir, nas projeções de desembolsos futuros, o investimento em atualização das tecnologias e todos os investimentos industriais que se tornarão necessários.

A definição do horizonte de tempo fica mais complexa quando se busca entender o tratamento a ser dado a projetos que resultarão em fluxos de caixa por muitos anos. Em muitos casos, é possível pressupor que, uma vez desenvolvida e implantada uma tecnologia, ela, para efeitos práticos, tenha uma vida útil por prazo indeterminado. É o caso do exemplo deste texto: uma vez implantado o empreendimento, não há prazo para encerrar a atividade econômica. Não há, com os dados de que se dispõe hoje, expectativa de que a tecnologia de produção do etanol seja deslocada por outra. É admissível pressupor a substituição dessa tecnologia dentro de trinta anos, da mesma maneira que é possível, com as informações de que dispomos hoje, pressupor que, com o esgotamento das reservas conhecidas de petróleo, essa tecnologia se torne até mais necessária. Qualquer tentativa de prever a situação dentro de trinta anos, para efeito de

um estudo de viabilidade, entra no campo do traçado de cenários, mas não se presta para projetar o fluxo de caixa de um empreendimento.

Não é desejável lançar, numa planilha, um fluxo de caixa projetado por décadas para o futuro, especialmente, dado que fluxos de caixa muito remotos, além de serem muito incertos, afetam pouco. À medida que um valor seja referente a um futuro mais distante, menos significativo se torna, nas análises financeiras, o efeito desse valor, pois, quando descontado no cálculo de seu equivalente em valor atual, ele se torna sensivelmente inferior ao equivalente em valor atual de períodos mais próximos. Por exemplo, assumindo que, para a Cia. XYZ de Biocombustíveis, o custo do capital seja 22% ao ano, R\$ 100 mil, no ano 11, equivalem a R\$ 11,2 mil em valor atual e os mesmos R\$ 100, no ano 12, equivalem a apenas R\$ 9,2 mil em valor atual. E um fluxo de caixa de R\$ 100 mil, no ano 30, equivaleria, em valor atual, a apenas R\$ 260¹⁴. Ou seja, o efeito de fluxos de caixa muito remotos é desprezível. Além disso, para previsões de períodos mais remotos, aumentam as margens de erro associadas às estimativas. De qualquer modo, uma planilha com fluxo de caixa projetado por trinta anos ou mais não ajuda na percepção do empreendimento como uma iniciativa viável ou não. A diferença entre uma projeção de fluxo de caixa de trinta anos e uma de mil anos pode ser irrelevante para fins de avaliação do negócio.

Assim, simplesmente descartar fluxos de caixa muito remotos pode afetar sensivelmente a avaliação do projeto, além de, em alguns casos, implicar o descarte de tecnologias que, por serem radicais ou para as quais não há clareza de seu uso, levarão muito tempo antes de se tornarem comerciais. Empresas que usem uma visão mais estratégica e de longo prazo no desenvolvimento de suas tecnologias trabalham com horizontes temporais mais remotos. Em outros casos, tornar uma tecnologia comercial pode exigir aperfeiçoamentos e superação de defeitos cuja consecução demanda tempo. Por essa razão, é necessário atribuir um valor ao conjunto de resultados que fica para além do horizonte de projeção do fluxo de caixa líquido, o valor de horizonte.

Pode haver dois tratamentos para essa questão do valor de horizonte:

- a) Assumir a liquidação do empreendimento após um número razoável de períodos. Assume-se, para essa hipótese que, na liquidação, os ativos reverterem para a empresa ou para o investidor, na forma

¹⁴ = $100/(1,22^{30})$.

de ingresso de caixa no período final. Estoques são liquidados, recebíveis são cobrados, contas a pagar são saldadas, no que equivale à recuperação do capital de giro e ativos são vendidos pelo seu valor contábil (preço de aquisição menos depreciação acumulada, o que é um pressuposto aceitável). Em alguns projetos pode ainda haver gastos residuais, como a recomposição paisagística de uma mina exaurida. Assumir a liquidação do empreendimento será certamente o procedimento para projetos de inovação relacionados a tecnologias de vida curta, mas pode ser aplicado a projetos para os quais não haja estimativa de vida útil ou de prazo indefinido. O pressuposto para esse cenário é que, após um certo tempo, o negócio perde lucratividade e é melhor liquidá-lo.

- b) Assumir que a operação econômica terá continuidade indefinida, conhecida no mercado financeiro como perpetuidade. Por esse método, assume-se que o empreendimento, uma vez estabilizada a operação, gerará o mesmo resultado perpetuamente ou, o que é mais provável, com um crescimento. Evidentemente, nesse cálculo deverá estar implícita a reposição de itens de ativo (equipamento, prédios etc.) à medida que for acabando sua vida útil, seja por desgaste, seja por obsolescência ou por outra razão (enquanto nos relatórios contábeis isso fica coberto pela depreciação, na análise financeira, trabalha-se com previsão de desembolsos). Com efeito, muitos negócios são tratados como perpetuidades. Após o último período de projeção do fluxo de caixa, o ganho perpétuo previsto para os períodos subseqüentes tem um valor. Mesmo que não haja certeza de perpetuidade para uma empresa, após um dado número de períodos essa suposição é aceitável na maioria dos casos. Como mostrado acima, de qualquer modo, após um número de períodos suficientemente grande (por exemplo, 30 anos), o efeito de qualquer alteração para fins de decisão no momento atual é irrelevante. Para fins de projeção do fluxo de caixa, nesse tratamento, faz-se um corte nas projeções, num dado horizonte de tempo, assumindo-se a venda ou a liquidação do empreendimento, por uma quantia, naquele momento. Quanto alguém pagaria pelo direito sobre uma perpetuidade desse horizonte em diante? Esse será o valor de horizonte. Para o investidor, o valor de um ganho futuro constante perpétuo corresponde ao de uma aplicação da qual ele possa sacar, a cada ano, os juros e manter o valor real do principal

intocado e disponível para uma eventual liquidação, quando ele assim o decidir. Nesse cenário, a questão passa a ser calcular o valor pelo qual se poderia assumir a venda do empreendimento ao final do horizonte temporal em que o fluxo de caixa é projetado. Considerando que o mesmo investidor aplicaria seu capital numa perpetuidade caso a taxa dos juros que ele pode sacar seja no mínimo igual ao seu custo do capital, o valor máximo que um investidor estaria disposto a pagar pela aplicação seria dado pela expressão

(1): $Valor_horizonte \equiv \frac{receita_anual}{i}$, onde *receita_anual* é o ganho perpétuo previsto para o futuro e *i* é o custo do capital para o investidor expresso em valores por unidade (decimais). Esse cálculo, no entanto, se complica quando se assume, como é comum em negócios bem-sucedidos, além de um ganho perpétuo constante, uma taxa de crescimento.

No fluxo de caixa, mostrado no quadro 12, percebe-se, na penúltima linha – Fluxo de caixa líquido após tributos (células azuis) –, que, a partir do 6º ano, o projeto apresenta um crescimento anual quase constante de 3,8%. Pode-se assumir, para efeito de cálculo do valor de horizonte, que essa tendência se prolongará na forma de uma perpetuidade crescente. O valor de uma perpetuidade crescente é dado pela expressão

$$\sum_{n=h+1}^{\infty} P_n = P_h \times \left[\frac{1+g}{i-g} \right] \quad (12)$$

No exemplo usado neste texto, a expressão (12) passaria a ser $\sum_{n=11}^{\infty} P_n = P_{10} \times \left[\frac{1+g}{i-g} \right]$ (13), onde *g* é a taxa de crescimento assumida para uma perpetuidade crescente, ou seja, um fluxo de caixa crescente durante infinitos anos após o último ano de fluxo de caixa projetado (ano 10), *i* é o custo do capital para o investidor e *h* é o número de períodos que antecedem o horizonte. Seu cálculo é descrito com detalhe no Apêndice A – Valor de Horizonte. P_h , que no exemplo deste trabalho é P_{10} , corresponde ao fluxo de caixa livre no ano-horizonte, expresso pelo equivalente em parcelas uniformes do fluxo de caixa livre previsto, desconsiderada a taxa de crescimento e descontados os dispêndios de capital após o ano-horizonte. O cálculo do P_h é demonstrado no Apêndice A. No exemplo deste trabalho, $P_{10} = R\$ 2.320$ mil. Aplicando esse valor na expressão (13), teremos o valor de horizonte do projeto = $2.320 \times [1,038/$

$(0,22-0,038)] = R\$ 13.210 \text{ mil}^{15}$, que deve, portanto, ser somado aos valores do ano-horizonte, ano 10 no exemplo, para completar o fluxo de caixa do projeto. É indiferente escolher, como ano-horizonte, o 10º ou o 15º ano, quando a taxa de crescimento g é constante. Se o fluxo de caixa líquido for projetado até o 15º ano, faz-se o mesmo cálculo do valor de horizonte P_{15} para esse ano. O resultado final será o mesmo.

3.3 Análise Financeira do Caso-Base

O estudo de viabilidade, como mencionado, inclui o projeto industrial e terá, como desfecho, a definição dos valores mais prováveis ou esperados para desembolsos (investimentos, custos e despesas) e ingressos (aportes e receita) de recursos, no tempo, para o caso-base. Essa informação se apresentará na forma de fluxo de caixa do caso-base, como mostrado no Quadro 12.

O primeiro passo, na avaliação econômica de um projeto, é a análise do caso-base. Dessa maneira, o projeto é avaliado com base numa estimativa pontual das condições futuras previstas. Essas estimativas pontuais costumam ser os valores esperados ou mais prováveis, cuja síntese é representada pelo fluxo de caixa líquido projetado.

Diversos critérios econômicos (indicadores de decisão) podem ser utilizados a partir do fluxo de caixa distribuído no tempo para um projeto de inovação tecnológica. Alguns critérios são de uso mais simples e resultados mais imediatos, embora apresentem alguma inconsistência. Três desses critérios serão mostrados a seguir: o critério de Receita Total, de Fluxo de Caixa Total e de Tempo de Retorno.

- a) Receita Total: a dimensão de um projeto, usualmente, é uma consideração relevante no planejamento empresarial e na tomada de decisão. A maioria das empresas usam um limite inferior como o mínimo aceitável na seleção de projetos. A *receita total* que se espera seja gerada por uma tecnologia vem a ser uma medida econômica do tamanho do projeto distinta da lucratividade. Receita total é simplesmente o somatório das receitas anuais estimadas para o tempo em que a tecnologia desenvolvida for parte do negócio da empresa. No exemplo em tela, como se depreende, somando horizontalmente os valores do faturamento no Quadro 12, a receita total será de R\$ 63.550 mil.

¹⁵ O cálculo pode dar alguma diferença de aproximação porque a taxa de crescimento é ligeiramente inferior a 3,8%.

- b) Fluxo de Caixa Total: o somatório de fluxos de caixa anuais estimados para a vida do projeto representa o fluxo de caixa total previsto. Conquanto este critério não preveja o custo do dinheiro no tempo, ele, no entanto, é um indicador útil do potencial econômico, especialmente porque permite distinguir entre projetos com distintos tempos de vida útil (ou prazo para obsolescência da tecnologia desenvolvida). No projeto do exemplo, o fluxo de caixa total, considerando os dez anos projetados, é de R\$ 19.371 mil depois de pagos os tributos e sem considerar o valor de horizonte.
- c) Tempo de Retorno: também conhecido pela expressão em inglês, tempo de *pay-back* ou tempo de recuperação do investimento, é usualmente definido como o número de anos necessários para recuperar os fluxos de caixa negativos do período de pré-produção ou de investimentos, com fluxos de caixa positivos a partir do início da produção. Para determinação do tempo de retorno, assume-se que os fluxos de caixa se distribuem uniformemente dentro de cada ano. Conquanto o critério do tempo de retorno seja amplamente usado, ele ignora o potencial do fluxo de caixa para além do momento em que o investimento propriamente acaba de retornar e, por essa razão, é um critério limitado.

Quadro 13: Cálculo do tempo de retorno do investimento

	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
Fluxo de caixa líquido após tributos	(8.922)	(4.924)	2.320	2.742	4.427	4.402	4.567	4.739	4.918	5.104
Fluxo de caixa acumulado	(8.922)	(13.847)	(11.527)	(8.785)	(4.359)	43	4.610	9.349	14.267	19.371

A partir da penúltima linha do quadro 12, obtém-se o tempo de retorno depois de pagos os tributos do projeto, acumulando, ao longo dos anos, os valores dessa penúltima linha, ou seja, acumulando o fluxo de caixa líquido projetado (última linha do quadro 13). O total acumulado até o ano 5 é de -R\$ 4.359 mil, enquanto o total acumulado no ano 6 já é positivo, no valor de +R\$ 43 mil. Interpolando entre os anos 5 e 6, obtém-se um tempo de retorno do investimento de 5,99 anos.

Os critérios acima e outros que costumam ser usados têm a limitação de não levarem em conta o valor do dinheiro no tempo. Para a tomada de decisões de investimento, prevalece o conceito financeiro sobre o contábil. Para o investidor, é importante considerar o valor do dinheiro no tempo. Assim sendo, as ferramentas financeiras são usadas na avaliação

de projetos de inovação tecnológica e para tomada de decisões. A avaliação financeira correta baseia-se no fluxo de caixa e no valor do dinheiro no tempo do projeto de inovação tecnológica. A análise financeira consiste no cálculo de um ou mais dos três indicadores de desempenho financeiro seguintes, que levam em conta o valor do dinheiro no tempo e seu uso para tomada de decisão. Não é objeto deste trabalho estender-se na descrição do cálculo dos indicadores financeiros de desempenho. Há uma vasta literatura a respeito. O gestor de projetos é um usuário dessas importantes ferramentas de tomada de decisão:

- a) VAL = Valor Atual Líquido (freqüentemente tratado como VPL = Valor Presente Líquido). O VAL é, normalmente, a ferramenta mais indicada para tomada de decisão quanto a investir ou não num projeto ou quanto a prosseguir ou não num investimento em andamento. O VAL traduz em equivalentes atuais, ou seja, no momento da decisão, o valor da expectativa de entradas e saídas de caixa futuras, descontadas pela taxa que corresponde ao custo de capital do investidor, somadas algebricamente ao investimento ou eventual ganho no período atual. Em outras palavras, o VAL mostra, ao investidor, quanto vale hoje um investimento, dado o seu custo de capital. A decisão indicada é investir no projeto caso o investidor disponha do capital ou tenha acesso ao mesmo a um custo inferior ao seu custo de capital e o VAL seja positivo ($VAL > 0$). Caso o cálculo indique um VAL negativo, a decisão financeiramente correta é descartar o projeto.
- b) RVAL = Razão do Valor Atual Líquido, também chamado de Índice de Lucratividade ou ainda Índice de Custo-Benefício¹⁶. A RVAL oferece uma informação sobre o investimento que não difere muito do VAL. A RVAL mede o retorno do investimento em relação ao valor investido. Ou seja, ele calcula o valor atual dos ganhos futuros em relação ao investimento inicial. O investimento se mostra viável financeiramente quando $RVAL \geq 1$.
- c) TIR = Taxa Interna de Retorno do investimento é o tipo de cálculo mais conhecido na avaliação de um investimento. A TIR indica a taxa de remuneração que o investidor obtém pela aplicação de seu capital num dado projeto. Para o investidor, esse é um indicador de uso fácil: se a TIR for maior do que o custo do capital para o investidor ($TIR \geq i$), a decisão seria investir no projeto.

Os indicadores de desempenho financeiro do empreendimento, mostrados acima, são as ferramentas apropriadas de decisão relativa ao pro-

jeto. Como já alertado neste trabalho, eles são calculados com base em projeções ou expectativas de ingressos e desembolsos futuros. Portanto, seus cálculos se baseiam em dados estimados como os mais prováveis e há incertezas e riscos associados ao cálculo desses indicadores, que serão abordados na análise de risco mostrada adiante.

Este trabalho se detém preferencialmente no uso do VAL como indicador de desempenho financeiro. A técnica da TIR não garante o retorno máximo para empresa, quando se comparam diferentes alternativas. Ela apenas indica que um dado investimento é satisfatório, caso o valor da TIR seja superior ao custo de oportunidade do capital. O uso da RVAL, por outro lado, se confunde com o próprio uso do VAL como indicador de desempenho financeiro. A abordagem do VAL aponta onde o investidor maximizará o ganho monetário. A técnica do VAL pressupõe que as entradas de caixa intermediárias geradas pelo investimento são reinvestidos ao custo do capital da empresa, enquanto o cálculo da TIR pressupõe que esses ingressos intermediários sejam reinvestidos à própria TIR. Além disso, há fluxos de caixa para os quais não se encontra uma TIR ou se encontrem mais de uma.

A seguir, será feita a análise financeira para o caso-base do projeto usado como exemplo. Está é a análise determinística feita com os valores esperados ou mais prováveis dos parâmetros do empreendimento (quadro 10), os quais representam os dados usados na previsão do fluxo de caixa líquido do projeto. Os parâmetros são, portanto, as variáveis independentes do projeto, ou seja, aquelas que assumem valores com base nos quais se calculam os indicadores de desempenho financeiro do projeto, que são o valor atual líquido (VAL), a razão de valor atual líquido (RVAL), ou a taxa interna de retorno (TIR). Essas variáveis, os parâmetros técnicos e operacionais do empreendimento, calculados os seus valores mais prováveis ou escolhidos de alguma maneira, são as variáveis usadas no cálculo determinístico dos indicadores de desempenho esperado do empreendimento para o caso-base.

O custo do capital para o investidor, isto é, a taxa mínima de atratividade, no exemplo deste texto, é de 22% após pagamento de todos os tributos e assumindo-se o cálculo dos investimentos em moeda constante. Em outras palavras, uma vez pagos os tributos, o retorno do projeto deve ser, no mínimo 22% (taxa mínima de atratividade após tributos).

3.3.1 Valor Atual Líquido

O custo do capital para o investidor ou custo do capital da empresa corresponde à taxa de retorno ou taxa de juros que o investidor, ou a empresa, obteria se aplicasse seu dinheiro no melhor projeto alternativo, a um risco equiparável, caso ele dispusesse do capital ou pudesse buscá-lo no mercado a taxas menores. Trata-se do custo de oportunidade do capital. Em outras palavras, representa o quanto ele deixa de ganhar com seu capital, ao investir num dado projeto, por não investir no melhor projeto alternativo. Portanto, para que um projeto seja atrativo, ele deverá render mais do que o custo do capital, por isso mesmo também chamado de taxa mínima de atratividade, significando que um investimento terá que ter uma taxa interna de retorno pelo menos igual ao custo do capital para ser atrativo. No caso de projeções feitas em moeda constante, isto é, isolando o cálculo da variável inflação, deve-se usar o custo real do capital, ou seja, o custo nominal do capital, descontada a inflação¹⁷. O custo do capital é usado como taxa de desconto para trazer o valor num dado ano ao seu equivalente em outro período, ou ainda para descontar o fluxo de caixa líquido projetado de modo a trazê-lo ao tempo zero ou ao momento inicial do projeto e, com isso calcular seu valor atual líquido (VAL).

74

Embora o custo do capital seja usado como um parâmetro central em toda a avaliação do projeto, tendo sido definido como taxa de desconto nas operações financeiras, determinar o custo do capital é complexo. O custo do capital para um investidor evidentemente depende do montante envolvido. O melhor investimento alternativo pode absorver pouco capital devido à sua dimensão reduzida. Se o montante para ser investido for muito maior do que aquele que o melhor investimento alternativo é capaz de absorver, o investidor terá que se conformar em investir o capital que resta a taxas menores. Portanto, o custo do dinheiro para o investidor, é a média ponderada das possibilidades de retorno em aplicações alternativas. Além disso, como será mostrado adiante, o custo do capital para um projeto é afetado também pelo risco do investimento. Como em qualquer aplicação financeira, papéis de maior potencial de ganho costumam apresentar maior risco. O custo do acesso ao capital também afeta o custo do capital, pois qualquer aplicação deverá render mais do que o custo de captação do investidor. Além disso, o custo do capital oscila no mercado e, para o investidor, ao longo da vida do empreendimento. No exemplo tratado neste texto, o custo do capital para a Cia. XYZ de Bio-

¹⁷ Se i_n é o custo nominal do capital e i_{inf} é a taxa anual de inflação prevista, em valores decimais, o custo real do capital será dada pela expressão $i = [(1 + i_n)/(1 + i_{inf})] - 1$.

combustíveis é de 30% ao ano antes do pagamento de tributos e 22% a.a. após o pagamento dos tributos. Em outras palavras, um investimento será atrativo para a empresa caso renda pelo menos 22% após tributos.

O valor atual líquido (VAL) mede o valor econômico intrínseco de um projeto e que corresponde ao retorno antecipado do investimento acima do custo do capital. O valor atual líquido resulta das características de tamanho e de lucratividade de um projeto. A condição mínima aceitável ou de nivelamento para um projeto econômico é de que o VAL seja igual a zero. No quadro 12 – Fluxo de Caixa do Projeto de Inovação Tecnológica – o VAL pode ser calculado para o fluxo de caixa líquido projetado antes dos tributos ou para o fluxo de caixa líquido projetado após tributos. As duas linhas azuis, no quadro, se prestam para o cálculo de um VAL. Os fluxos de caixa líquidos projetados antes dos tributos e após tributos devem ser descontados a taxas de desconto equivalentes ao custo do capital para o investidor. O fluxo de caixa antes dos tributos, portanto, será descontado à taxa de 30% a.a., enquanto o fluxo de caixa após tributos será descontado à taxa de 22% a.a.

O VAL é calculado dividindo-se o valor do fluxo de caixa no último período por $(1 + i)$, onde i é o custo anual do capital em valores por unidade (valores decimais) e somando o resultado ao valor do penúltimo. Essa soma, por sua vez, é dividida pelo mesmo $(1 + i)$ e somada ao valor do antepenúltimo e assim por diante, até se chegar ao instante inicial ou tempo zero do projeto. O i , custo do capital, corresponde à taxa de desconto em valor unitário. No exemplo mostrado no quadro 12, o VAL para o fluxo de caixa líquido antes dos tributos (linha azul acrescida do valor de horizonte ao fluxo de caixa no 10º ano), descontado à taxa de 0,30 (30%) ao ano, será:

VAL = R\$ 1.085 mil.

O VAL do fluxo de caixa líquido projetado após tributos, descontado à taxa de 0,22 (22%) a.a., será:

VAL = R\$ 295 mil.

A planilha eletrônica oferece uma função que calcula esse valor¹⁸. Na realidade, interessa, ao investidor, o valor atual líquido do projeto depois de descontados os tributos. Esse é, na realidade, o resultado para o investidor e, por essa razão, desse ponto em diante, este texto trabalhará com o fluxo de caixa líquido projetado após tributos.

18 No MS Excel®, usar a função = VPL (taxa de desconto; valores do fluxo de caixa líquido de todos períodos). Se o aplicativo tiver os comandos em inglês, o comando será = NPV () em lugar de VPL ().

O cálculo acima mostrou um valor atual líquido positivo ($VAL > 0$) para o projeto, assumindo-se os valores estimados para os parâmetros técnicos e operacionais. Portanto, por esse primeiro indicador de desempenho financeiro do projeto, o mesmo é atrativo para o investidor.

3.3.2 Razão do Valor Atual Líquido

A Razão do Valor Atual Líquido – RVAL ou Relação do Valor Atual Líquido, ou Índice de Lucratividade¹⁹, mede o VAL por unidade de investimento. Ele é determinado dividindo-se o valor atual do fluxo de caixa exclusive o investimento inicial de um projeto pelo valor absoluto do fluxo de caixa negativo descontado (ou, em outras palavras, pelo investimento ajustado no tempo)²⁰. A razão do valor atual líquido (RVAL) dá o retorno para cada unidade monetária investida. Em outras palavras, o RVAL avalia a lucratividade de um projeto independentemente de considerações quanto à sua dimensão. Dado que o custo de capital onerou o projeto, ao ajustar os fluxos de caixa no tempo, a condição de nivelamento para decisão de investimento é de que a RVAL seja igual a um.

A partir do fluxo de caixa líquido projetado após tributos do quadro 12, é calculado um novo fluxo de caixa excluído o investimento inicial realizado nos dois anos iniciais.

76

Quadro 14: Cálculo da RVAL

	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano	VAL
Investimento total	8.980	5.300									10.922
Fluxo de caixa sem investimento	58	376	2.320	2.742	4.427	4.402	4.567	4.739	4.918	18.314	11.217
RVAL											1,027

Calcula-se o valor atual líquido do investimento inicial (feito ao longo dos dois anos iniciais) para trazê-lo a equivalentes do período inicial (ou tempo zero, t_0) (R\$ 10.922 mil) e o valor atual líquido do fluxo de caixa líquido após tributos sem o investimento inicial (R\$ 11.217 mil), como mostra o quadro 14. A relação entre o valor atual do fluxo de caixa excetuado o investimento e o valor atual do investimento inicial mostra um resultado de 1,027. Portanto, a $RVAL = 1,027 > 1$, o que indica a atratividade do projeto.

19 GITMAN, L. J. *Princípios de administração Financeira*. 3ª. ed. São Paulo Harbra, 1987. p. 445. tb. Net Present Value Ratio (NPVR).

20 O investimento descontado da fase pré-produção fica no denominador. É comum que fluxos de caixa negativos que ocorreram durante a fase de produção do empreendimento sejam incluídos no denominador, ficando, no numerador, apenas as entradas de caixa. Para o investidor, no entanto, interessa como se comporta o empreendimento após seu aporte de recursos. Se ao longo da operação houver resultados positivos ou negativos, isso deve entrar no retrato do desempenho do empreendimento e não como investimento. O que o investidor quer saber, para tomar sua decisão, é o resultado que o empreendimento traz em relação ao que ele investe. Por essa razão, o numerador da RVAL, neste texto, é o fluxo de caixa líquido projetado, excluído o investimento inicial.

3.3.3 Taxa Interna de Retorno

Em termos econômicos, a Taxa Interna de Retorno (TIR) é o retorno percentual anual médio que se espera que um projeto renda durante sua vida. Diferentemente do VAL e da RVAL, a TIR é determinada com base tão somente na distribuição estimada no tempo dos fluxos de caixa líquidos projetados. A condição de nivelamento para decisão de investimento é de que a TIR seja igual ao custo do capital para o investidor.

A TIR é a taxa de desconto que iguala o valor atual dos fluxos de caixa positivos da fase de produção com o valor presente dos dispêndios de capital iniciais. Em outras palavras, TIR é a taxa de desconto que iguala a zero o VAL de um fluxo de caixa líquido. Portanto, o cálculo da TIR é feito calculando-se o VAL do fluxo de caixa líquido para diferentes taxas de desconto até se obter a taxa para a qual o VAL é zero. Há tabelas que podem ser usadas para esses cálculos. Calculadoras financeiras também contam com esse recurso, da mesma forma que a planilha eletrônica tem a função que calcula a TIR²¹.

No quadro 12, é possível calcular a TIR para o fluxo de caixa líquido projetado antes de tributos (linha azul superior) e para o fluxo de caixa líquido projetado após tributos (última linha). O cálculo deu TIR = 32,702% ao ano para o fluxo de caixa antes de tributos e TIR = 22,625% a.a. para o fluxo de caixa após tributos. Se compararmos os dois valores de TIR calculados com o custo do capital para o investidor, como descrito no parágrafo inicial do item 0, veremos que:

- antes de tributos: TIR = 32,702% > 30% = custo do capital antes de tributos;
- após tributos: TIR = 22,625% > 22% = custo do capital após tributos.

Dessa maneira, tanto examinando o projeto antes de tributos como após tributos, a TIR é maior do que o custo do capital para o investidor. Por esse resultado, o projeto é atrativo para o investidor. A análise deste trabalho, daqui por diante, será feita sempre com base nos dados após tributos.

21 A calculadora HP-12C, por exemplo, calcula a TIR, uma vez inseridos os valores, bastando, para tanto, pressionar a tecla **f** e, em seguida, a tecla **IRR**. O MS Excel® oferece a função =TIR (valores; estimativa), ou, quando em inglês, IRR (values; guess), na qual o primeiro parâmetro é um conjunto de valores ou de células da planilha que correspondem aos fluxos de caixa líquidos para o qual se deseja a TIR, enquanto o segundo parâmetro é uma aproximação da TIR que pode ser sugerida pelo usuário. Caso não seja inserido esse dado, o sistema assume 0,1 (10%), a partir do qual começam as iterações.

3.3.4 Síntese da Análise Financeira

Sintetizando a análise do caso-base, teremos os indicadores de desempenho do projeto mostrados no quadro 15, abaixo:

Quadro 15: Síntese dos indicadores de desempenho para o caso-base

Produção de etanol a partir do bagaço de cana		
Indicador	Valor calculado	Mínimo aceitável
Receita total (R\$ mil)	63.550	Arbitrado pelo investidor
Fluxo de caixa total (R\$ mil)	19.371	
Tempo de retorno (anos)	5,99	
Valor atual líquido (R\$ mil)	295	0
Razão do valor atual líquido	1,027	1
Taxa interna de retorno (% a.a.)	22,625%	22%

O conjunto dos indicadores de desempenho acima, calculados com base no comportamento do empreendimento após pagamento dos impostos, como mostrado no quadro 12, aponta para a viabilidade do projeto, a se confirmarem as expectativas definidas para o caso-base.

Existem outros indicadores, especialmente indicadores que, à semelhança dos três primeiros, constantes no quadro 15, não levam em conta o valor no tempo do dinheiro. Esses indicadores têm a vantagem de serem de cálculo simples e de fácil entendimento. Todos, no entanto, têm suas limitações. O indicador 'Receita Total' e o indicador 'Fluxo de Caixa Total', somam todos os valores do projeto ao longo de um certo tempo. No entanto, somar valores de diferentes anos equivale a somar bananas com laranjas. Como já mencionado, um real no primeiro ano não é a mesma coisa que um real no quarto ano. Ao investidor, interessa apurar um ganho no primeiro ano, mais do que no quarto ano e, inversamente, ele prefere desembolsar um real no quarto ano, mais do que no primeiro. O tempo de retorno (*pay-back*) do investimento é uma técnica de fácil compreensão para o investidor e, por isso mesmo, muito usada: "em quantos anos ele recuperará aquilo que ele investiu no projeto?". Quanto menor o tempo para o investidor recuperar o que ele aplicou no projeto, tanto mais cedo ele disporá de seu capital para fazê-lo render em outra iniciativa. No entanto, essa técnica, além de depender, como as anteriores, da soma de reais em diferentes anos, tem a desvantagem de a análise se encerrar no ano em que o investimento tenha sido recuperado (5,99 anos após o início do investimento). O que acontece depois, do 6º ano, em diante, não é levado em conta nessa técnica. No entanto, um projeto que no 6º ao 10º ano tem um fluxo de caixa mais alto pode ser preferível para o investidor.

Os três últimos indicadores do quadro 15 levam em consideração o valor do dinheiro no tempo. Para comparar valores do fluxo de caixa em anos distintos, os mesmos são descontados a uma taxa de desconto de modo a que os valores de distintos exercícios possam ser convertidos ao equivalente no tempo para um determinado ano e, desse modo, possam ser comparados e somados algebricamente. A taxa de desconto corresponde ao custo do capital para o investidor, como descrito no primeiro parágrafo da seção 3.3.1 – Valor Atual Líquido. Os três últimos indicadores do quadro 15, por essa razão, são rigorosamente mais corretos para avaliar o desempenho financeiro do projeto. Entre esses três indicadores de desempenho, cabe a comparação seguinte:

- A técnica da TIR não garante o valor máximo para empresa, quando se comparam diferentes alternativas. Ela apenas indica que um dado investimento é satisfatório, caso o valor da TIR seja superior ao custo do capital para o investidor, que vem a ser o custo de oportunidade do capital. O uso da RVAL mostra o ganho financeiro do investidor para cada real investido. Porém, confunde-se com o próprio uso do VAL como indicador de desempenho financeiro. A abordagem do VAL aponta onde o investidor maximizará o ganho monetário. A técnica do VAL pressupõe que as entradas de caixa intermediárias geradas pelo investimento sejam reinvestidas ao custo do capital do investidor, enquanto o cálculo da TIR pressupõe que esses ingressos intermediários sejam reinvestidos à própria TIR, o que é um pressuposto otimista²². Além disso, há fluxos de caixa para os quais não se encontra uma TIR ou se encontrem mais de uma. Por essas razões, a análise financeira e avaliação do projeto, neste trabalho, se deterá mais no uso do VAL como indicador de desempenho.

3.4 Risco e Incerteza

A análise financeira descrita até aqui assumiu, como dados, os valores previstos para os diversos parâmetros do empreendimento. Os valores do caso-base foram tratados como se a previsão fosse certa e não como os valores mais prováveis à luz das informações disponíveis no momento da estimativa. Qualquer projeto, no entanto, está associado a riscos e incertezas, que vêm a ser a possibilidade de que a atratividade ou a lucratividade de um projeto sejam diferentes do previsto por ocasião de sua avaliação, sobretudo, piores do que o previsto. Em projetos de desenvolvimento e inovação tecnológica,

²² GITMAN, L. J. *Princípios de administração financeira*. 3ª ed. São Paulo Harbra, 1987. p. 450.

os riscos e incertezas são ainda maiores. Os conceitos de risco e incerteza são freqüentemente usados indistintamente²³.

Risco é definido como a dispersão da distribuição probabilística de um certo valor previsto. Incerteza, por sua vez, indica o nível de confiança, ou melhor, o nível de falta de confiança de que uma certa distribuição probabilística esteja correta. Para efeito deste trabalho, o risco é a probabilidade de insucesso do empreendimento. O insucesso, por sua vez, é mostrado pelos indicadores de desempenho financeiro do projeto quando, por exemplo, o valor atual líquido do projeto for negativo ($VAL < 0$), ou a razão do valor atual líquido for menor do que um ($RVAL < 1$) ou, ainda, a taxa interna de retorno for inferior à taxa mínima de atratividade para o investidor ($TIR < i$). O risco permite atribuir probabilidade à possibilidade de que ocorra uma determinada situação. A análise de risco deve indicar a margem de erro de uma previsão de resultado, dado um nível de segurança.

Os parâmetros técnicos são as variáveis independentes do projeto, ou seja, aquelas que assumem valores dos quais dependem os indicadores de desempenho financeiro (VAL , $RVAL$ e/ou TIR). As variáveis independentes são assumidas como independentes entre si, não havendo, portanto, correlação estatística entre elas. Essas variáveis, os parâmetros do empreendimento, calculados ou estimados os seus valores mais prováveis representaram os valores usados no cálculo determinístico dos indicadores de desempenho esperado do empreendimento para o caso-base. Essas variáveis serão também usadas nos cálculos estocásticos a serem realizados na análise de risco do empreendimento, já que o risco de projetos de inovação tecnológica são mais elevados.

Se num projeto de investimento industrial já há o risco de inviabilidade econômica, risco de mercado, risco político, riscos de acidentes etc., no caso de projetos de inovação tecnológica cabe agregar os riscos e incertezas associados à própria tecnologia a ser desenvolvida:

- a tecnologia pode se revelar inexecutável;
- o trabalho de P&D pode enveredar por caminhos errados e ser obrigado a buscar soluções tecnicamente diferentes;
- o tempo para conclusão dos trabalhos de P&D pode estender-se para além do esperado, retardando, em conseqüência, a entrada em operação do empreendimento e postergando, assim, a receita financeira;

²³ BARISH, Norman N. *Economic analysis for engineering and managerial decision making*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1962.

- a estrutura industrial do mercado pode ser tão solidamente instalada que aos investidores não interessa abandoná-la para adotar uma nova tecnologia;
- é possível que não se encontrem investidores dispostos a arriscar seu capital em novas tecnologias ainda não testadas industrialmente;
- os parâmetros operacionais previstos para uma dada tecnologia podem não se confirmar na prática, entre outros.

Ao tomar a decisão de investir num projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D), o tomador de decisões deve ter em mente que, após o investimento no desenvolvimento da tecnologia, terá que haver o investimento no empreendimento propriamente dito, para que haja algum retorno para o capital aplicado. Em outras palavras, investir em P&D, além de maiores riscos, envolve maturação mais longa para o investidor. Mesmo para a empresa que investe em tecnologia a fim de negociá-la e não para investir industrialmente na mesma, esses fatos afetam o valor da tecnologia que esta terá em mãos para negociar.

Evidentemente, à medida que avançam os trabalhos de P&D, reduzem-se os riscos e incertezas tecnológicos, o que permite uma avaliação mais apurada do valor da tecnologia desenvolvida. Em outras palavras, o ônus da incerteza sobre o valor da tecnologia diminui. O valor da tecnologia em desenvolvimento aumenta com a *esperança aritmética*. No limite, o investidor opta por adquirir uma tecnologia já testada no mercado, para a qual são mínimos os riscos e incertezas tecnológicos. Por outro lado, isso estará refletido no preço mais alto que ele pagará, desde que ele encontre quem esteja disposto a lhe fornecer a tecnologia, já que, frequentemente, o detentor de uma tecnologia é o próprio concorrente, o qual pode não estar disposto a fornecer a tecnologia mais atual.

Ao mesmo tempo, à medida que os trabalhos de P&D avançam e, com isso, diminuem riscos e incertezas, prosseguir no trabalho passa a custar mais. Ao passar da etapa de pesquisa bibliográfica para o desenvolvimento em laboratório e ao se fazer o ganho de escala de bancada para escala-piloto e, finalmente, o projeto executivo, os gastos em cada nova etapa de P&D são maiores do que na que antecede. A implicação disso é que, à medida que o esforço de P&D avança e há condições para uma avaliação mais acurada do risco, essa avaliação se torna tanto mais crítica, antes de se decidir prosseguir para a etapa

subseqüente. Ao gestor cabe, em diversos momentos, avaliar e decidir se convém prosseguir ou simplesmente encarar o gasto até aquele momento como perdido e não continuar arriscando montantes crescentes de recursos financeiros no projeto.

Em muitos casos, essa decisão é tomada intuitivamente. Sobretudo em pequenas e médias empresas ou para projetos que envolvem dispêndios menores, pode não valer a pena empreender análises estatísticas muito elaboradas. Há diversas técnicas para ajustar o desempenho de um projeto ao risco, com graus distintos de sofisticação ou subjetividade:

- a) abordagem subjetiva: em que se calculam os indicadores de desempenho, como o VAL do projeto, para então se tomar a decisão de investir, com base na avaliação subjetiva do risco;
- b) equivalente à certeza: é freqüentemente usado. Os parâmetros de cálculo do projeto são ajustados pelas probabilidades a eles atribuídas. Esses valores ajustados passam então a ser tratados como certos no cálculo dos indicadores de desempenho. Ex.: assumindo-se que haja uma probabilidade de 88% de que o preço do litro de etanol a valores constantes seja de R\$ 1,00, como previsto para o caso base, fazem-se todos os cálculos dos indicadores de desempenho do projeto para um preço de R\$ $1,00 \times 0,88 = \text{R\$ } 0,88$ por litro de etanol;
- c) aplicação de taxas de desconto ajustadas ao risco: nesse caso, em lugar de ajustar cada parâmetro de cálculo pela probabilidade atribuída, o ajuste é feito, ao final, na taxa de desconto. Ex.: assumindo-se um risco de 13% de o projeto ser malsucedido, a taxa de desconto passa a ser o custo do capital (22% para o caso-base), ajustado pelo risco. No exemplo, teríamos taxa de desconto = $0,22 / (1 - 0,13) = 0,25287$, ou 25,3% em lugar de 22%, portanto exigindo mais do projeto;
- d) árvore de decisões: pode ser usada quando a escolha entre diferentes alternativas está em jogo. Nesse caso, para cada alternativa, 'sub-alternativa' e 'sub-sub-alternativas', atribuem-se probabilidades que serão usadas para ponderar o respectivo valor atual líquido (VAL) calculado;
- e) simulação: os valores de entrada e saída de caixa são tratados como distribuições probabilísticas, o que resulta em indicadores de desem-

penho financeiro, como o VAL, dados também na forma de distribuições probabilísticas.

As técnicas mencionadas nos itens a), b) e c), acima, são de aplicação simples e podem ser aplicadas em projetos menores ou de pequenas empresas sem maiores complicações. Como são feitas com base na sensibilidade decorrente da experiência do empresário ou de seus técnicos, costumam dar resultados satisfatórios. As técnicas d) e e) são um pouco mais elaboradas e apropriadas para situações mais complexas.

A árvore de decisões é a técnica empregada quando um projeto pode dar em diferentes desfechos, aos quais são atribuídas probabilidades. A soma da probabilidade de todos os resultados possíveis deve ser igual a 1 (um) ou 100%. A cada possível desfecho do projeto, além de uma probabilidade, está associado um resultado financeiro positivo (ganho) ou negativo (perda). O valor de cada desfecho, portanto, será o valor do ganho ou perda a ele associado, multiplicado pela probabilidade desse mesmo desfecho.

No exemplo deste texto, assumindo que se está no momento de decidir o investimento em P&D, poder-se-ia antever os seguintes possíveis desfechos para após a conclusão das atividades de P&D:

- há uma probabilidade de, por exemplo, 32% de a tecnologia se mostrar inviável e, com isso, a Cia. XYZ ter perdido os R\$ 580 mil investidos em P&D;
- a tecnologia é viável e, nesse caso, duas situações podem ocorrer:
 - há uma probabilidade de 30% de o valor atual líquido (VAL) do projeto ser, por exemplo, R\$ 160 mil; ou
 - o VAL será o esperado (caso-base), de R\$ 295 mil.

A avaliação do projeto, neste caso, é feita por meio do VAL. Portanto, para comparar grandezas de mesma natureza, o gasto com P&D terá que ser trazido a seu equivalente atual. Para tanto, considerou-se o custo ao trimestre do capital e assumiu-se o investimento em P&D como tendo ocorrido no terceiro trimestre, o que deu um VAL de R\$ 500 mil para P&D. Se a probabilidade de a tecnologia ser inviável é de 32%, conclui-se que a probabilidade de ela se mostrar viável é de 68%. Portanto, a probabilidade de o VAL do projeto ser de R\$ 160 mil é de $68\% \times 30\%$ e a probabilidade de o VAL ser o esperado para o caso-base, será de

68% x 70%. O valor do projeto, em cada desfecho, é dado pelo resultado obtido multiplicado pela sua probabilidade, a esperança matemática ou expectativa. A soma dos valores de todos os possíveis desfechos daria agora o valor esperado para o projeto, o qual, sendo positivo (R\$ 13 mil), aponta para sua viabilidade. O VAL do projeto, tanto no cálculo que deu R\$ 160 mil como o de R\$ 295 mil, já embute os gastos com P&D. Por essa razão, esses gastos não foram novamente deduzidos.

Quadro 16: Valor do projeto dada uma árvore de decisões

Desfecho	Probabilidade	Resultado	Probabilidade	Resultado	Valor
Tecnologia inviável	32%	(500)			(160)
Tecnologia viável	68%		30%	160	33
			70%	295	140
Total					13

Neste texto, optou-se por uma abordagem mais técnica, aplicável a projetos de maior vulto. Abordagens simplificadoras podem ser deduzidas a partir da técnica mais completa. A análise de risco, nesse caso, será feita em três etapas, que buscam reduzir o conteúdo subjetivo do estudo de viabilidade, permitindo uma melhor apreciação das implicações, para o tomador de decisões, dos riscos e incertezas do empreendimento, sem no entanto fazer disso um exercício extremamente elaborado de análise estatística. São elas:

- a) **Análise de sensibilidade:** examina o efeito, sobre os indicadores de decisão, de possíveis variações para cima e para baixo em relação às estimativas pontuais do caso-base, nos dados introduzidos como parâmetros do projeto. A análise de sensibilidade permite o estudo do impacto de variações específicas nos parâmetros do projeto sobre o seu potencial econômico ou sobre os resultados econômicos e financeiros, apontando aquelas variáveis que mais afetam o resultado do projeto. Essa análise permite descartar, para as etapas seguintes, os parâmetros cujas variações afetam pouco o empreendimento, enquanto parâmetros de interesse são escolhidos a partir de um conjunto fixo de escolhas. Essa análise estuda a variação de um parâmetro por vez.
- b) **Análise dos limites críticos:** em conjunção com a análise de sensibilidade, podem ser determinados os valores críticos para cada uma das variáveis independentes principais do projeto. A análise dos li-

mites críticos permite determinar o valor que deve ser assumido por uma dada variável independente, de tal forma a assegurar o retorno mínimo aceitável para o investimento, isto é, de modo que: ($VAL \geq 0$), ($RVAL \geq 1$) e ($TIR \geq i$).

- c) **Análise de risco:** a análise de risco incorpora o critério de probabilidade e desvio padrão ao estudo. Ela avalia, de modo mais completo, o efeito das incertezas do projeto sobre os indicadores de decisão de fluxo de caixa e fluxo de caixa descontado. As incertezas associadas às variáveis previamente escolhidas são estimadas como distribuições de probabilidades em torno dos valores do caso-base. A análise de risco é aplicada objetivando obter distribuições de valores para os indicadores de decisão. A análise de risco é uma análise probabilística na avaliação do projeto. Baseia-se em técnicas de simulação de Monte Carlo²⁴, nas quais o nível de detalhe é tal que se pode assumir realisticamente a independência entre os parâmetros do projeto.

A seguir, serão descritos os procedimentos a serem seguidos nessas três etapas:

3.4.1 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é útil na avaliação de cursos alternativos de ação, para examinar a sensibilidade de um sistema a decisões que não sejam as escolhas ótimas, ou para situações em que determinadas variáveis possam fugir ao valor esperado. Essa análise responde o quanto os indicadores de desempenho do projeto se desviarão do desempenho projetado quando variam valores de determinados parâmetros do projeto em relação ao estimado como mais provável. Qual a sensibilidade de um empreendimento a mudanças nos parâmetros em relação ao esperado, ou mesmo com a mudança na acurácia das estimativas?

A análise de sensibilidade estuda o impacto de variações em cada parâmetro do projeto, isoladamente, sobre o desempenho previsto para o empreendimento. Para tanto, realiza-se uma análise financeira do caso-base, para um ou mais dos três indicadores mostrados anteriormente (TIR, VAL e/ou RVAL), alterando, no fluxo de caixa líquido projetado para o empreendimento, um parâmetro por vez, enquanto os demais mantêm os valores do caso-base. Os parâmetros são alterados, um de cada vez, variando, em percentuais iguais, em relação ao valor do caso-base, para mais e para menos.

24 BOER, F. Peter. *The valuation of technology: business and financial issues in R&D*. New York: Wiley, 1999.

No exemplo deste trabalho, os parâmetros do empreendimento de etanol a partir do bagaço de cana foram submetidos a variações de até 30% do caso-base, para cima e para baixo. Ou seja, os valores variaram de 70% a 130% do caso-base, em intervalos de 5%. Os parâmetros do projeto submetidos a variações foram:

- preço do etanol (R\$ / l);
- produtividade (litros de etanol / t bagaço de cana processado);
- volume de bagaço de cana processado (t bagaço / ano);
- custo da mão-de-obra (R\$ / h);
- horas necessárias [(h-h) / ano];
- custo dos insumos (R\$ / t de insumo);
- consumo do insumo (t / l de etanol);
- investimento em P&D (R\$ mil);
- aquisição do terreno para a fábrica (R\$ mil);
- preparação do terreno;
- obra civil, construção das instalações industriais (R\$ mil);
- compra de equipamento industrial (R\$ mil);
- despesas operacionais do empreendimento (R\$ mil).

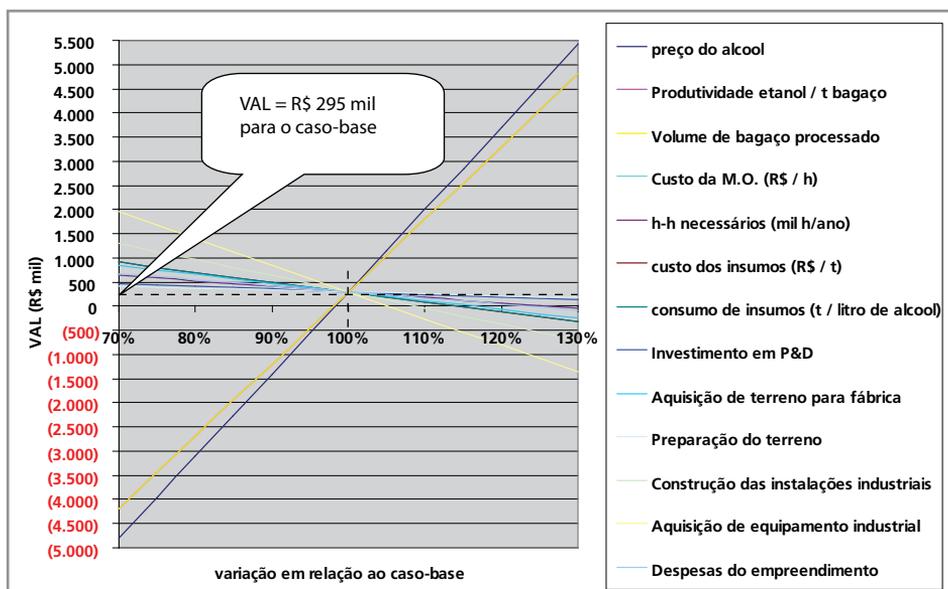
No exemplo abaixo, foi estudada a sensibilidade às variações nos parâmetros, do indicador de desempenho valor atual líquido (VAL) calculado à taxa de desconto de 22%, que corresponde ao custo do capital ou taxa mínima de atratividade para o investidor, como mostrado anteriormente, no item 0 – Valor Atual Líquido. Os resultados obtidos em R\$ mil são mostrados no quadro 17:

Quadro 17: Valor atual líquido variando os parâmetros do projeto

Variações em relação ao caso-base	Preço do etanol	Produtividade etanol / t bagaço	Volume de bagaço processado	Custo da M.O. (R\$ / h)	H-H necessários (mil h/ano)	Custo dos insumos (R\$ / t)	Consumo de insumos (t / litro de álcool)	Investimento em P&D	Aquisição de terreno para fábrica	Preparação do terreno	Construção das instalações industriais	Aquisição de equipt. industrial	Despesas empreendimento
70%	(4.794)	(4.187)	(4.187)	642	642	909	909	466	838	413	1.301	1.958	677
75%	(3.951)	(3.444)	(3.444)	584	584	806	806	438	748	394	1.133	1.680	614
80%	(3.105)	(2.698)	(2.698)	527	527	704	704	409	657	374	965	1.403	550
85%	(2.257)	(1.951)	(1.951)	469	469	602	602	381	567	354	798	1.126	486
90%	(1.407)	(1.203)	(1.203)	411	411	500	500	352	476	335	630	849	422
95%	(556)	(454)	(454)	353	353	398	398	324	386	315	463	572	359
Caso-base	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295
105%	1.148	1.046	1.046	238	238	193	193	267	205	276	128	19	232
110%	2.001	1.797	1.797	180	180	91	91	238	115	256	(40)	(258)	169
115%	2.855	2.548	2.548	122	122	(11)	(11)	210	24	236	(207)	(535)	106
120%	3.710	3.300	3.300	64	64	(113)	(113)	181	(66)	217	(375)	(812)	43
125%	4.565	4.053	4.053	6	6	(215)	(215)	153	(157)	197	(542)	(1.088)	(20)
130%	5.420	4.805	4.805	(51)	(51)	(317)	(317)	124	(247)	178	(710)	(1.365)	(83)

Uma representação gráfica do Quadro 17 – Valor atual líquido variando os parâmetros do projeto, acima, mostra o comportamento do VAL quando um dado parâmetro varia, permitindo, assim, uma avaliação da sensibilidade do projeto a cada parâmetro. O gráfico de sensibilidade, mostrado abaixo, também chamado de gráfico-aranha, devido à sua aparência, permite uma visualização mais imediata da sensibilidade do desempenho financeiro do empreendimento em função dos valores assumidos pelos parâmetros.

Ilustração 3: Análise de sensibilidade



No gráfico de sensibilidade, curvas com crescimento positivo em relação à variável independente (em que a tangente do ângulo é positiva), tais como o preço do etanol, a produtividade de etanol por tonelada de bagaço processado ou volume de bagaço processado, correspondem a parâmetros para os quais aumentar o valor resulta em aumento nos ganhos do empreendimento. Ao contrário, curvas decrescentes (tangente do ângulo negativa) correspondem a parâmetros como despesas, aumento nos gastos com investimentos etc., cujos aumentos resultam em pior desempenho financeiro para o empreendimento.

Nota-se, no empreendimento, maior sensibilidade às variáveis:

- produtividade por tonelada de bagaço de cana;
- preço do etanol no mercado; e
- volume de bagaço de cana processado, como mostram as retas do gráfico de maior ângulo em relação ao eixo das abscissas.

Qualquer aumento nesses três parâmetros implicará sensíveis aumentos no valor atual líquido do empreendimento. Já o gasto com “construção das instalações industriais”, por exemplo, é uma variável de baixa sensibilidade. Um aumento nesse gasto resultará em pequena redução no valor atual líquido do empreendimento. Outras variáveis apresentam sensibilidade ainda menor, como é o caso do custo dos insumos. Como mostram o quadro 17 e a ilustração, acima, variando o valor destes últimos parâmetros até 30% em relação ao caso-base, para cima ou para baixo, o projeto não chega a se inviabilizar, pois o VAL permanece positivo, exceto para os gastos com aquisição de equipamento industrial, custo e consumo de insumos, construção de instalações industriais e outros parâmetros em menor grau.

Todas as retas do gráfico de sensibilidade se cruzam no ponto que corresponde ao caso-base, ou seja, 0% de variação dos diversos parâmetros em relação aos valores estimados como os mais prováveis para os parâmetros (coordenada no eixo das abscissas = 100%), para o qual o valor atual líquido, calculado anteriormente, é VAL = R\$ 295 mil.

Examinando o gráfico de sensibilidade, nota-se que quanto maior o ângulo da curva em relação ao eixo das abscissas, tanto maior é a sensibilidade do desempenho financeiro da empresa a variações no parâmetro correspondente.

Numa fase em que a tecnologia para o empreendimento ainda está sendo desenvolvida, as estimativas de parâmetros técnicos, como produtividade por tonelada de matéria-prima ou o consumo de insumos, apresentam riscos e incertezas que serão atenuados à medida que avançam as atividades de P&D.

A análise de sensibilidade permite identificar as três variáveis de maior sensibilidade, indicadas acima, nas quais se concentrarão as atenções na seqüência da análise de risco. No passo seguinte, examinar-se-ão as piores condições que podem ser assumidas por um parâmetro do projeto sem inviabilizá-lo, sobretudo os três parâmetros vistos aqui como críticos.

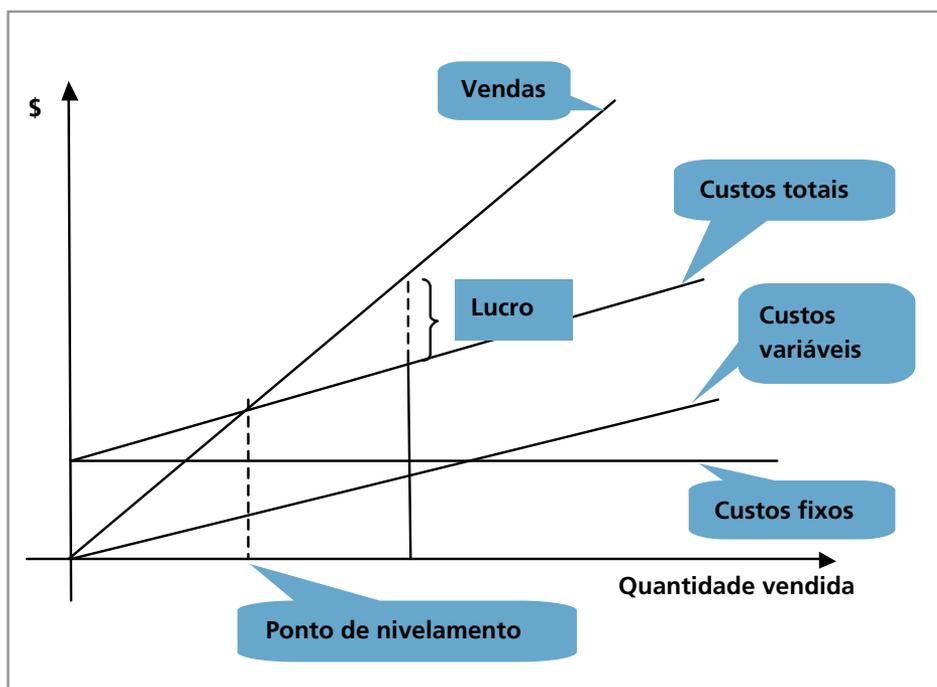
3.4.2 Análise dos Limites Críticos

Em conjunção com a análise de sensibilidade, podem ser determinados os valores-limite para cada uma das principais variáveis independentes do projeto, ou seja, os seus parâmetros. A análise dos limites críticos permite determinar o valor que deva ser assumido por um dado parâmetro do projeto, de tal forma a assegurar o retorno mínimo aceitável para o investimento.

Os valores críticos podem ser encontrados por estimativas de tentativas e erros. Eles podem ser também calculados de uma maneira mais aproximada a partir do conjunto de pontos do diagrama de sensibilidade, ilustração 3. Nesse caso, um dado valor crítico é determinado pelo ponto, na respectiva curva de sensibilidade, correspondente, por exemplo, à projeção do VAL igual a zero, no eixo das abscissas.

A análise do ponto de nivelamento, normalmente, nos livros-texto, é mostrada em termos de resultados econômicos da empresa (lucros) como função da quantidade produzida ou faturada. No gráfico abaixo, o ponto de nivelamento é aquela quantidade vendida para a qual a empresa não tem lucro nem prejuízo.

Ilustração 4: Lucro como função da quantidade vendida



A análise acima é operacional e considera uma situação estática. Não contempla mudanças nas instalações. Tendo em vista que o risco de um projeto envolve outras variáveis, além da quantidade, que podem variar em relação ao caso-base, como mostrado na análise de sensibilidade, a análise dos limites críticos deve levar em conta também outras variáveis. Conforme mencionado, no exemplo em pauta, o valor-limite para um dado parâmetro é determinado pelo ponto, na respectiva curva de sensibilidade, correspondente à projeção do VAL igual a zero, no eixo das abscissas, ou a TIR igual ao custo do capital para o investidor.

Conforme mencionado, é difícil prever os parâmetros operacionais de uma nova tecnologia antes de um ganho de escala. No exemplo deste trabalho, há uma primeira estimativa da produção de etanol por tonelada de bagaço de cana processado, que vem a ser o parâmetro previsto como caso-base. Isso significa que, para uma instalação industrial com capacidade de processar uma dada quantidade de bagaço de cana, a produção esperada seria a do caso-base. Nessa situação, o valor atual líquido será aquele calculado na análise do caso-base, como mostrado no item 3.3.1, cujo valor é R\$ 295 mil, quando se usa como taxa de desconto o custo do capital da empresa ou do investidor.

Entretanto, como mostrado, o custo do capital para o investidor não é um valor absoluto e pode assumir valores distintos da taxa de desconto tomada como caso-base. Nessas circunstâncias, variará também o VAL. Busca-se identificar a taxa de desconto mínima aceitável para o projeto, mantidos todos os seus parâmetros nos valores do caso-base. Variando a taxa de desconto para obtenção do VAL antes de tributos e o VAL após tributos, obtém-se o quadro 18, abaixo:

Quadro 18: VAL para diferentes taxas de desconto

i (a.a.)	VAL (R\$ mil)	
	Antes de tributos	Após tributos
0%	59.761	32.580
1%	54.295	29.295
2%	49.340	26.315
3%	44.843	23.610
4%	40.757	21.151
5%	37.040	18.915
6%	33.655	16.878
7%	30.570	15.022
8%	27.756	13.328
9%	25.185	11.782
10%	22.834	10.368
11%	20.683	9.076
12%	18.713	7.893
13%	16.907	6.810
14%	15.250	5.816

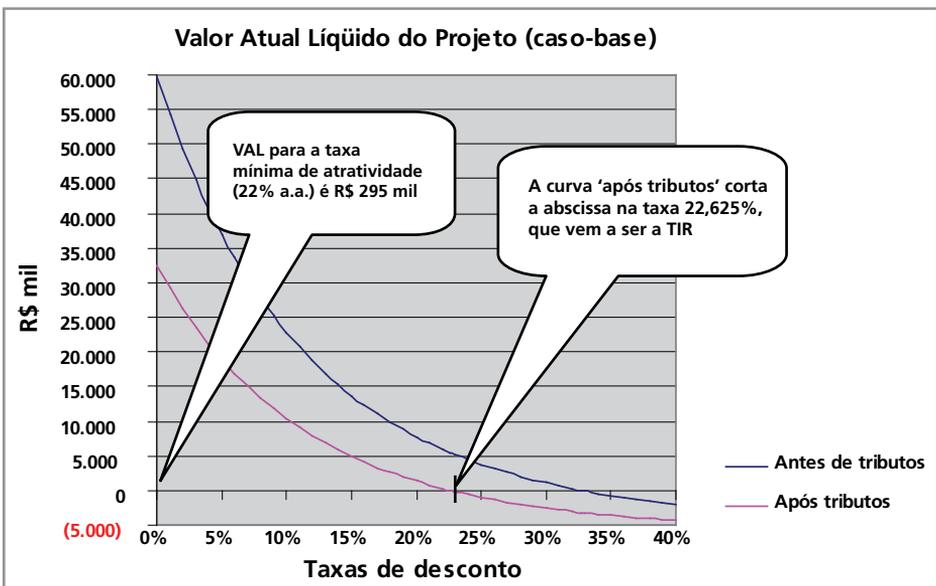
Continua...

i (a.a.)	VAL (R\$ mil)	
	Antes de tributos	Após tributos
15%	13.728	4.905
16%	12.330	4.069
17%	11.044	3.301
18%	9.860	2.596
19%	8.769	1.947
20%	7.764	1.350
21%	6.836	801
22%	5.980	295
22,625%	5.479	0
23%	5.190	(170)
24%	4.459	(599)
25%	3.783	(995)
26%	3.158	(1.360)
27%	2.579	(1.696)
28%	2.043	(2.006)
29%	1.546	(2.292)
30%	1.085	(2.556)
31%	658	(2.800)
32%	261	(3.024)
32,702%	0	(3.172)
33%	(107)	(3.232)
34%	(448)	(3.423)
35%	(766)	(3.599)
36%	(1.061)	(3.762)
37%	(1.335)	(3.911)
38%	(1.590)	(4.049)
39%	(1.827)	(4.176)
40%	(2.047)	(4.293)

O quadro 18 mostra os valores atuais líquidos (VALs) dos fluxos de caixa antes dos tributos e após tributos do quadro 12, calculados para uma seqüência de taxas de desconto. O VAL correspondente ao custo do capital para o investidor é de R\$ 1.085 mil antes dos tributos (fluxo de caixa líquido projetado, neste caso, é descontado ao custo do

capital antes de impostos) e R\$ 295 mil após tributos. Esse primeiro indicador de desempenho financeiro do empreendimento, numa análise determinística do caso-base, revela que o projeto é viável. A série de valores do VAL obtidos variando a taxa de desconto revela que a TIR, a taxa de desconto para a qual o valor atual líquido é zero (VAL = 0), é também o limite crítico da taxa de desconto. A TIR é a taxa com maior valor aceitável. Taxas de desconto superiores à TIR resultam em valores atuais líquidos negativos (VAL < 0).

Ilustração 5: VAL para diferentes taxas de desconto



A ilustração 5 traduz, em gráfico, os dados do quadro 18 e mostra os pontos em que as duas curvas cortam o eixo das abscissas: a curva do VAL antes de tributos corta o eixo das abscissas onde a taxa de desconto é igual à TIR antes de tributos, isto é, 32,702% ao ano; e a curva do VAL após tributos corta o mesmo eixo onde a taxa de desconto equivale à TIR após tributos, que é 22,625% ao ano.

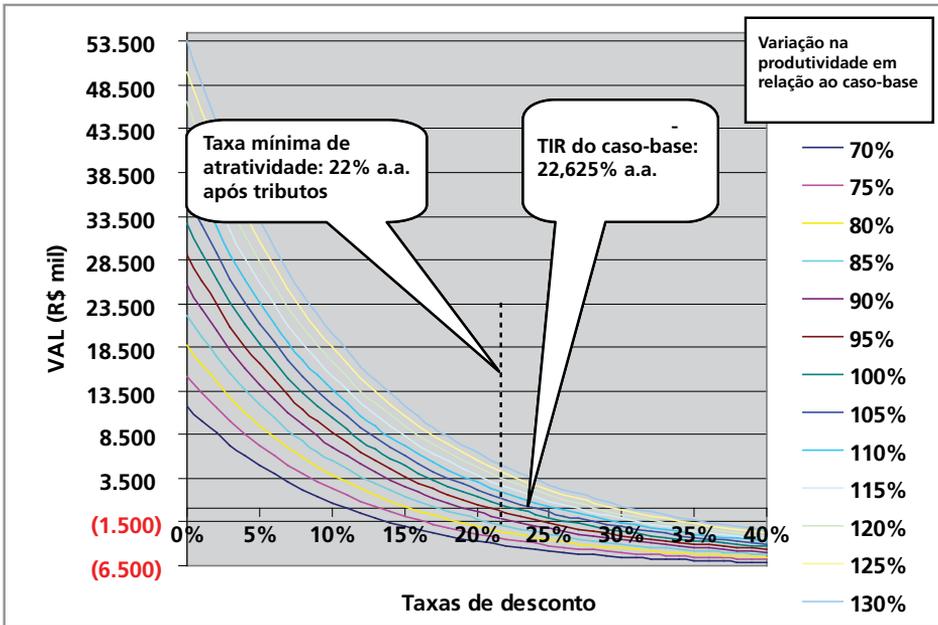
Na análise de sensibilidade, efetua-se a alteração de apenas uma variável independente de cada vez. É possível fazer variações simultâneas de duas ou mais variáveis. Voltando ao projeto de etanol a partir do bagaço de cana, avaliemos o impacto, sobre o VAL, de alterações simultâneas na variável para a qual a economicidade do projeto é mais sensível: produtividade por tonelada de bagaço e custo do capital. Para efeito de ilustração, considerem-se todas as combinações de custo de capital, usa-

dos como taxa de desconto no cálculo do valor atual líquido (VAL) com valores de produtividade de etanol por tonelada de bagaço, variando de -30% a + 30% em relação à produtividade estimada como caso-base, variando em intervalos de 5 pontos percentuais.

Na ilustração 6, abaixo, é mostrada uma análise do limite crítico para a variável **produção de etanol por tonelada de bagaço de cana**. Cada curva do VAL x taxa de desconto, da família de curvas mostrada, corresponde a uma certa produtividade. A análise do limite crítico permite identificar a menor produtividade admissível no processo, para uma dada taxa mínima de atratividade, a qual será usada como taxa de desconto da projeção do fluxo de caixa líquido. Esses cálculos permitem responder a perguntas mais realistas sobre possíveis resultados do projeto. Por exemplo, o que acontece se a produtividade por tonelada de bagaço obtida com o processo desenvolvido for de apenas 85% da produtividade prevista, sabendo-se que o custo do capital, para a empresa, é de 22% a.a. após tributos? Conforme mostrado na ilustração a seguir (curva azul claro), o VAL nessas condições seria negativo e seu valor seria - R\$ 1.951 mil. A TIR, para essa produtividade, seria de aproximadamente 17,508% a.a., ou seja, abaixo de 22%, que vem a ser a taxa mínima de atratividade para o investidor após pagamento dos tributos.

No exemplo em tela, foi assumido que a taxa mínima de atratividade do investidor para aplicação do capital num projeto seja de 22 % a.a. após pagamento dos tributos. Constata-se que o ponto de nivelamento para o projeto corresponde a uma produtividade de 98,03% daquela prevista para o caso-base. Ou seja, se o processo desenvolvido resultar em produtividades que se situem acima de ~98% do caso-base, o investimento será atrativo ao investidor.

Ilustração 6: Variação do VAL em relação à produtividade do processo e à taxa de desconto



Olhando novamente o quadro 17 e fazendo simples interpolações lineares, podemos identificar os pontos de nivelamento para os três parâmetros indicados como os mais críticos na análise de sensibilidade:

- preço do álcool: 98,266% do valor do caso-base, ou seja, se o preço do litro do álcool ficar abaixo de R\$ 0,983 / litro, e mantidas as demais condições do caso-base, o VAL será negativo e, portanto, o projeto se inviabiliza;
- produtividade de etanol por tonelada processada de bagaço: 98,03% do valor do caso-base; e
- volume de bagaço processado: 98,03% do valor do caso-base.

Essas informações indicam as condições mais adversas suportáveis pelo projeto para cada parâmetro técnico, desde que as demais condições se mantenham nos valores do caso-base.

3.4.2.1 Síntese

Se variações simultâneas de mais de duas variáveis independentes forem consideradas, o número de combinações aumentará muito rapidamente. Por exemplo, se forem consideradas 4 variáveis independentes,

com 4 valores para cada uma, haverá 4^4 (= 256) possíveis combinações a serem avaliadas. Os resultados da análise de sensibilidade se tornam cada vez mais difíceis de serem apresentados e interpretados à medida que mais variáveis são alteradas ao mesmo tempo. Na situação típica, encontramos muitas combinações de variáveis para as quais o projeto se justifica economicamente e muitas combinações para as quais ele deixa de ser viável. Quanto mais combinações de variáveis forem incorporadas à análise de ponto de nivelamento, menos claro fica o quadro econômico de um projeto.

As análises de sensibilidade e de limites críticos asseguram ao tomador de decisão respostas a uma ampla gama de perguntas quanto ao impacto sobre o desempenho do projeto caso ocorram diferentes situações esperadas. Contudo, ao evoluir na análise simultânea de mais de duas variáveis, acentua-se a complexidade, enquanto a compreensão dos cenários alternativos do projeto tende a decair. Esse exercício quase mecânico perde significado.

Mais importante do que isso, a análise de sensibilidade desempenha um papel de transição no processo de avaliação. A partir de estimativas pontuais, que representam o caso-base, a análise de sensibilidade permite examinar o impacto de possíveis variações nos indicadores financeiros. Ao proceder dessa maneira, as variáveis-chave do projeto podem ser identificadas. Isso ajuda a melhor focalizar o problema, para a montagem subsequente de uma análise econômica mais aprofundada e de maior consistência no processo decisório.

A análise de sensibilidade por si só não avalia o risco de um projeto de inovação tecnológica. Para avaliar o risco, é necessário incorporar estimativas de probabilidade e desvio padrão à ocorrência de determinadas situações. A melhor maneira de obter uma visão abrangente de possíveis resultados do projeto é através da análise de risco.

3.4.3 Análise de risco

As decisões em projetos de inovação tecnológica, pela sua própria natureza, como já mencionado, são tomadas em condições de risco e incerteza. As estimativas pontuais do caso-base são efetuadas a partir de informações limitadas.

As análises de sensibilidade e de ponto de nivelamento fornecem, a quem toma decisões, respostas a perguntas sobre o impacto que teriam determinadas condições, caso ocorressem, relativas à possibilidade de o

projeto apresentar desempenho distinto daquele do caso-base. A análise probabilística do risco, portanto, deve ser aplicada como forma de traduzir a percepção de incertezas em relação às variáveis independentes do projeto (os parâmetros do projeto), numa distribuição de possíveis resultados para cada um dos indicadores de desempenho financeiro ou indicadores de decisão, que são o valor atual líquido (VAL), a razão de valor atual líquido (RVAL), ou a taxa interna de retorno (TIR) do projeto.

A combinação dos riscos associados aos parâmetros do projeto determinará o risco dos indicadores de decisão a serem calculados. Na medida em que os dados de entrada do projeto (os valores dos parâmetros) possam ser apresentados na forma de distribuições probabilísticas, os indicadores de decisão calculados também resultarão na forma de distribuições probabilísticas.

A medida do risco associado a uma variável costuma ser dada pelo desvio padrão em relação à média ou, no caso de um projeto, em relação ao valor estimado para um dado parâmetro no caso-base. Trata-se de uma medida de dispersão ou de espalhamento dos resultados possíveis em relação ao valor esperado.

Foi visto que há diferentes técnicas de ajustar o desempenho financeiro ao risco, tais como o equivalente a certeza e a aplicação de taxas de desconto ajustadas ao risco. Em muitos casos, esses métodos mais simples atendem às necessidades do tomador de decisão, sobretudo em projetos de menor monta ou nos estágios preliminares de um projeto de inovação quando, de qualquer modo, as estimativas seriam muito precárias para, com base nelas, fazer cálculos probabilísticos muito elaborados. Esses métodos de tratar o risco, freqüentemente utilizados simultaneamente, de simples compreensão, apresentam, no entanto, fraquezas, sobretudo se aplicados a projetos grandes ou nos estágios em que já se prevêem grandes dispêndios e em que as informações já são suficientemente precisas e comportam tratamento estatístico mais elaborado. Em primeiro lugar, os ajustes ao risco tendem a ser arbitrários e inconsistentes. Além disso, a mescla das noções de valor esperado e valor mais provável gera um conjunto de indicadores econômicos desprovidos de confiabilidade.

3.4.3.1 Conceito probabilístico do risco

Os valores do caso-base e medidas de risco são critérios econômicos bastante distintos para um projeto de inovação tecnológica. Portanto, eles deveriam ser avaliados separadamente, em lugar de serem combinados arbitrariamente nas análises convencionais. Os valores que um parâme-

tro do projeto pode assumir são dados como uma curva que representa esses possíveis valores e a probabilidade associada a cada um deles. Essa curva mostra, assim, a distribuição probabilística de uma dada variável.

A escolha de uma distribuição probabilística para representar o risco de uma variável do projeto é condicionada pela confiabilidade e outras características da informação disponível. Caso o parâmetro seja estimado a partir de uma amostra, como seria o caso, por exemplo, de parâmetros operacionais obtidos em ensaios laboratoriais ou mesmo em unidades-piloto, haverá uma base objetiva para a seleção da distribuição apropriada. Em outros casos ou nas etapas iniciais, a escolha do tipo de distribuição probabilística se baseará em avaliações preliminares quanto ao comportamento das variáveis, que envolvem estimativas de tendência lateral, estimativas de média e de dispersão. Muitas vezes a escolha da distribuição probabilística a que melhor se ajusta uma variável envolve elementos subjetivos. Distribuições probabilísticas são frequentemente definidas pela estimativa de três pontos – um valor esperado ou mais provável do caso-base, limitado por estimativas de limites de confiança superior e inferior. Com isso, assume-se que um tipo particular de distribuição foi descrito, preliminarmente, por meio desses três pontos. Entre os diversos tipos de distribuições probabilísticas estão:

- a) Distribuição uniforme: usada nos casos em que o julgamento é tão vago que o autor das estimativas não tem como diferenciar entre as probabilidades de quaisquer dois valores ocorrerem dentro da faixa estimada para a variável;
- b) Distribuição normal: pode ser usada quando os limites superior e inferior sejam eqüidistantes do valor do caso-base. Usa-se, nesse caso, o pressuposto simplificador de que a distribuição é simétrica em relação ao caso mais provável, que, nesse caso, corresponde também à média e mediana. Em situações de pouca informação ou se não houver qualquer informação sobre tendências laterais da variável, esse é um pressuposto aceitável;
- c) Outros: há ainda outros tipos de distribuições probabilísticas adequadas para situações em que haja uma tendência lateral e, com isso, não se possa assumir que a distribuição seja simétrica. Há também distribuições que refletem amostragens precárias etc.

Exceto para a distribuição uniforme, outras distribuições refletem um julgamento de que menores probabilidades estão associadas com valores mais próximos aos limites de uma distribuição e probabilidades mais altas estão associadas a

valores mais próximos aos do caso-base. No exemplo deste trabalho, será assumido que as variáveis se comportam como uma distribuição normal.

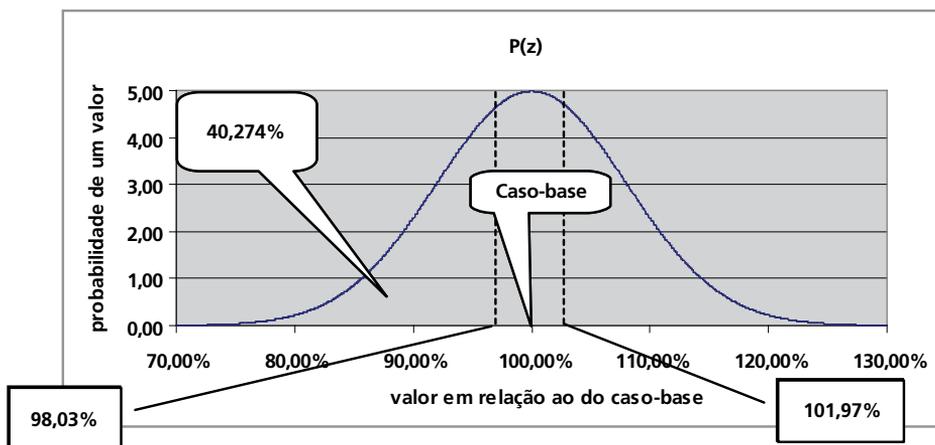
Os valores do caso-base e as medidas de risco são dois tipos bastantes distintos de critérios, da mesma forma que a tendência central e a dispersão são tipos distintos de medições usadas para definir as características de uma distribuição de probabilidades. O valor esperado (média), mais provável (moda) e mediana da distribuição retratam sua tendência central. De outro lado, a variância, o desvio padrão, o coeficiente de variação e os níveis de confiança (ou limites de confiança) caracterizam sua dispersão.

Com efeito, o risco deve ser encarado como uma distribuição de probabilidades de valores possíveis em torno do valor do caso-base. Em nosso exemplo, os valores possíveis se situam entre 70% e 130% do valor previsto como o mais provável, ou seja, o valor do caso-base para um dado parâmetro. Uma distribuição mais achatada, isto é, com maior dispersão, indica maior risco ou, em outras palavras, uma maior probabilidade de que o resultado final do empreendimento possa afastar-se mais do valor do caso-base. Uma distribuição com um pico mais acentuado indica menor risco ou, em outras palavras, uma amplitude mais restrita de valores possíveis para o resultado final.

A ilustração 7, abaixo, mostra a distribuição probabilística associada a um dado de entrada em que os valores podem variar entre 70% e 130% do valor estimado como caso-base. Assumiu-se, nesses exemplos, como pressuposto simplificador, que a probabilidade de desvio do valor em relação ao caso-base é a mesma para mais ou para menos e que a distribuição probabilística se ajusta a uma distribuição normal. Em outras palavras, há uma simetria na probabilidade de desvio do valor em relação ao do caso-base. Este valor (100% do caso-base) corresponde à média \bar{z} na distribuição probabilística. Neste exemplo, estimou-se o desvio padrão s , a medida de dispersão, como sendo de oito pontos percentuais, ou seja, $s = 8\%$ do valor do parâmetro para o caso-base. Nesse caso, por exemplo, o risco de que o valor de um parâmetro que afeta a receita do empreendimento seja inferior a 98,03% do valor previsto para o caso-base foi calculado em 40,274%. Essa probabilidade corresponde, na ilustração, à área sob a curva que fica à esquerda da vertical que cruza o eixo das abscissas em 98,03%. Se o parâmetro em tela for a produtividade de etanol por tonelada de bagaço de cana, vimos anteriormente que o ponto de

nivelamento é 98,03%²⁵ do valor estimado. Concluímos então que, assumido um desvio-padrão de oito pontos percentuais em relação ao valor da produtividade para o caso-base e assumindo ainda que os demais parâmetros correspondam aos valores do caso-base, a probabilidade de a produtividade ficar abaixo do mínimo admissível é de 40,274%. A probabilidade de essa variável ficar dentro de uma margem de ~ 1,97% para mais ou para menos em relação ao caso-base, dada a nossa suposição de se tratar de uma distribuição normal, é dada por 100% - 40,274 - 40,274 = 19,452%. Ou seja, há um nível de certeza de 19,452% de que a produtividade será o valor do caso-base ± 1,97%.

Ilustração 7: Valores de um parâmetro, para um desvio padrão = 8% em relação ao caso-base

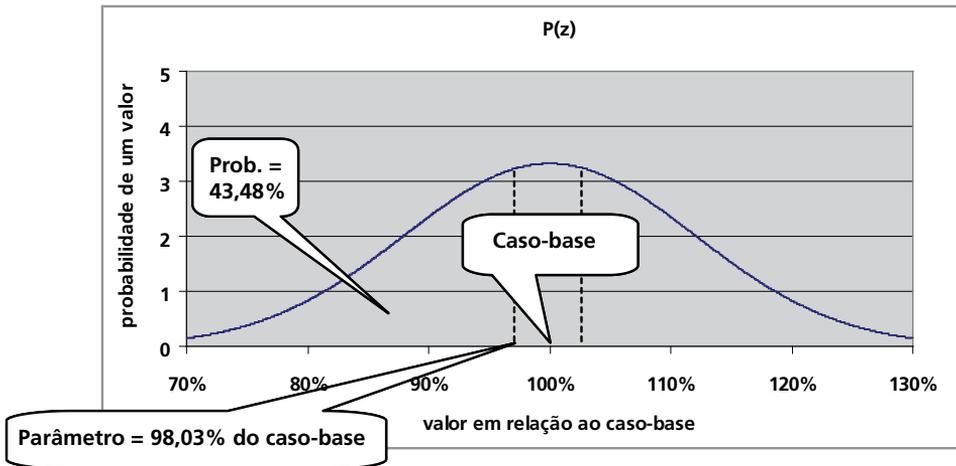


A ilustração 8, por outro lado, corresponde a uma distribuição probabilística, para o mesmo parâmetro, em que o desvio padrão foi estimado em doze pontos percentuais ($s = 12\%$). A distribuição, nesse caso, mostra uma maior dispersão e, por isso, para um dado nível de confiança, maior probabilidade de que o valor da variável se afaste demasiadamente do valor esperado do que no caso anterior, em que o desvio padrão era 8%. Neste segundo exemplo, o risco de o valor do parâmetro ser inferior a 98,03% daquele previsto como caso-base é maior. Há uma probabilidade de 43,48%, neste caso, de o valor do parâmetro

25 Esse valor é dado por uma função estatística da planilha eletrônica. Seu cálculo corresponde a $P(z < 98,03\%) = \int_{-\infty}^{98,03\%} P(z)$, onde z representa os valores da abscissa, os quais correspondem aos valores que podem ser assumidos pelo parâmetro, enquanto $P(z)$ é a curva da distribuição normal mostrada nas ilustrações 1 e 2, também chamada de curva-sino, e que corresponde à probabilidade pontual para cada ocorrência na distribuição probabilística, isto é, a probabilidade de o parâmetro assumir um dado valor pontual. A área compreendida abaixo da curva da distribuição, a integral da curva, corresponde, portanto, ao valor acumulado das probabilidades das ocorrências à esquerda de um dado ponto no eixo das abscissas. No aplicativo MS Excel®, esse valor é dado pela função = **DIST.NORM(x ; m ; s ; VERDADEIRO)** [nas versões em inglês do aplicativo, o comando será = **NORMDIST(x ; m ; s ; TRUE)**], em que x é o valor para o qual se quer a distribuição, m é a média ou, no caso, o valor estimado como do caso-base, s é o desvio padrão e **VERDADEIRO** ou **TRUE** indica que a função se refere à probabilidade acumulada, isto é, a área da curva à esquerda do valor 98,03%.

ser inferior a 98,03% do previsto. Com efeito, a área delimitada, à direita, pela reta de 98,03%, abaixo, pelo eixo das abscissas e, acima, pela curva da distribuição normal, na ilustração 8, é maior do que aquela da ilustração 7. Caso se trate do parâmetro “produtividade de etanol por tonelada de bagaço de cana processado”, por exemplo, o risco de o projeto se mostrar inviável, portanto, seria de 43,48%, mantidos os demais parâmetros nos valores do caso-base.

Ilustração 8: Valores de um parâmetro, para um desvio padrão = 12% em relação ao caso-base



Uma providência crítica nessa etapa da análise de risco é estimar a distribuição de probabilidades para cada uma das variáveis de entrada a serem consideradas como relevantes. A escolha dessas variáveis foi feita nas etapas de análise de sensibilidade e de ponto de nivelamento.

Probabilidades objetivas podem ser estimadas quando há informações de fato disponíveis para a variável em questão. Algumas variáveis podem ter sua distribuição probabilística apontada pela própria tecnologia em desenvolvimento. Alguns parâmetros operacionais poderão ter seus valores prováveis apontados pela atividade de P&D. Estudos e levantamentos, ensaios laboratoriais ou em escala-piloto poderão indicar valores preliminares a serem tomados como mais prováveis. Em alguns casos, a repetição das atividades de P&D poderá resultar em amostragens do que poderão vir a ser os parâmetros ou variáveis de entrada do projeto. A presença de amostras permite calcular o valor mais provável e o desvio padrão associado àquele parâmetro. Quanto mais avançado estiver o trabalho de P&D, tanto mais haverá informações que permitam estimar probabilidades com maior nível de confiança²⁶.

²⁶ Caso o parâmetro seja estimado a partir de dados amostrais resultantes da atividade de P&D, o valor esperado e o desvio padrão poderão ser calculados e não apenas estimados. Nesse caso, o valor previsto como caso-base corresponderá à média $\bar{z} = (\sum_{j=1}^m Z_j) / m$ da amostra, onde Z_j representa os diferentes valores dos elementos j da amostra e m representa o tamanho da amostra, enquanto o desvio padrão seria calculado pela expressão: $s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (Z_j - \bar{z})^2}{m-1}}$

De outro lado, sempre que não se disponha de informações mais concretas, probabilidades subjetivas podem ser estimadas, com base em experiências profissionais, conhecimento e opiniões de especialistas. A informação necessária para determinar a distribuição probabilística subjetiva inclui o campo de variação possível para cada variável, que, no nosso exemplo, foi de 30% para mais e para menos do valor previsto ou mais provável do caso-base e algumas idéias quanto à possibilidade relativa de que diversos valores possíveis possam de fato ocorrer. Essa informação é obtida consultando-se cada um dos especialistas envolvidos. A estimativa de probabilidades subjetivas é o fator mais importante para a eficácia da análise de risco.

A estimativa do desvio padrão reflete a percepção de segurança em relação aos valores estimados como caso-base. Caso se tratem de informações muito preliminares, muito sujeitas a variações, o desvio padrão estimado evidentemente será maior do que aquele estimado para situações em que os dados de entrada refletem etapas mais avançadas de P&D, tomadas de preço e um trabalho já mais elaborado de cálculo dos valores esperados como caso-base.

A análise de risco consiste em traduzir a distribuição probabilística estimada para os parâmetros do projeto, em distribuição de probabilidades associadas aos indicadores financeiros de desempenho do projeto, que podem ser o valor atual líquido (VAL), a razão de valor atual líquido (RVAL), a taxa interna de retorno (TIR) e/ou outros.

3.4.3.2 Simulação de Monte Carlo

Para atingir o objetivo de traduzir as distribuições probabilísticas dos parâmetros do projeto para uma distribuição probabilística dos seus indicadores de desempenho, a técnica mais usual é a simulação de Monte Carlo²⁷. A difusão do uso de computadores tornou possível criar modelos que simulam a realidade, incorporando aleatoriedade na previsão de parâmetros que, repetida em centenas ou milhares de iterações, possibilitarão estabelecer o comportamento estatístico para um cenário futuro mais provável²⁸.

Pela simulação de Monte Carlo, o conjunto dos valores mais prováveis dos parâmetros, ou seja, os valores para o caso-base, são combinados de modo a aproximar ou simular a distribuição probabilística dos resultados finais. A fim de assegurar que a distribuição de valores para cada variável independente, tal como emerge da seleção aleatória, esteja coerente

27 Tem esse nome em alusão aos jogos de azar nos cassinos da cidade de Monte Carlo.

28 MUN, Johnathan. *Modeling risk: applying Monte Carlo simulation, real option analysis, forecasting, and optimization techniques*. New York: Wiley, USA, 2006.

com a distribuição para aquela variável estimada, o processo é repetido muitas vezes e os resultados são analisados estatisticamente.

Cada valor para cada parâmetro escolhido é gerado aleatoriamente. Na técnica de *Monte Carlo*, esses valores são simulados através de números aleatórios. Os números aleatórios são usados para se obterem amostras aleatórias dos parâmetros do projeto, isto é, as variáveis independentes, de acordo com as distribuições probabilísticas estimadas. Cada conjunto de amostras aleatórias é então avaliado para determinar os indicadores de fluxo de caixa e de fluxo de caixa descontado. Com a repetição do processo por um número suficiente de vezes, torna-se possível construir a distribuição de probabilidades para os indicadores financeiros de decisão.

Usando-se a planilha eletrônica, são gerados, para cada parâmetro p do projeto ou para aqueles eleitos como relevantes, valores aleatórios de uma distribuição normal em torno do valor do caso-base para o mesmo parâmetro²⁹. Esse valor representará um desvio ou afastamento em relação ao valor do caso-base que será aplicado ao respectivo parâmetro, em todos os anos do fluxo de caixa projetado. Aplicando-se simultaneamente a cada um dos parâmetros do projeto considerado relevante e repetindo-se a operação suficientes vezes para os valores dos parâmetros que afetam o fluxo de caixa do projeto, obtém-se tantos indicadores de desempenho (VAL, RVAL e/ou TIR) quantas forem as repetições dessa operação. Se houver uma quantidade suficiente de resultados dessa operação, obter-se-á uma distribuição probabilística dos indicadores de desempenho financeiro. Para cada uma das iterações devem ser aplicados, a cada um dos valores e em cada ano do projeto, simultaneamente, os valores aleatórios de sua distribuição probabilística

No exemplo deste texto, foram feitas 1.000 iterações em planilha eletrônica, com uma variação aleatória simultânea de cada um dos 13 parâmetros do projeto listados no item 3.4.1 – Análise de Sensibilidade, conforme mostrado nos quadros 19 e 20, a seguir. Como resultado, foram obtidos 1.000 valores para a TIR e para o VAL, configurando duas distribuições normais. A esses resultados foi dado um tratamento estatístico que apontou para uma média e um desvio padrão de cada um dos dois indicadores de desempenho obtidos. Nos quadros 19 e 20, as colunas da extremidade direita contêm percentuais gerados aleatoriamente a serem aplicados simultaneamente a todos os anos, a cada um dos parâmetros do projeto.

²⁹ Usando a planilha Excel®, esse valor pode ser obtido com a função =INV.NORM(ALEATORIO); m_p ; s_p) [=NORMINV(RAND()); m_p ; s_p], nas versões em inglês do aplicativo], onde RAND() ou ALEATORIO() é um gerador de números aleatórios, m_p é o valor esperado ou valor do caso-base para o parâmetro p e s_p é o desvio padrão para o parâmetro p .

Os valores mostrados nas colunas da direita representam uma das mil iterações feitas. Assim sendo, na iteração mostrada, o parâmetro 'Produção de álcool / t de bagaço produzida' resultará, para esta iteração, na multiplicação dos valores do caso base por 95,47% (gerado aleatoriamente), dando os valores de:

1° ano	95,47% de 0 (zero) (não há produção no 1° ano)
2° ano	95,47% de 300
3° ano	95,47% de 300
4° ano	95,47% de 350
Anos seguintes	Etc.

Na mesma iteração, o parâmetro 'preço do litro de álcool' terá seus valores multiplicados por 108,65% ano a ano, e assim por diante, o sistema aplicará a variação aleatória gerada a cada parâmetro do projeto em cada uma das mil iterações.

Quadro 19: Parâmetros do projeto e variações aleatórias a eles aplicadas

	Parâmetros para o caso-base										Variações aleatórias em relação ao caso-base	
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano		
Preço do litro de álcool (R\$)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	108,65%
Produção de álcool / t bagaço (l)	0	300	300	350	400	400	400	400	400	400	400	95,47%
Volume de bagaço processado (t mil/ano)	0	6	15	15	20	20	21	22	23	24	24	95,09%
Custo unitário da mão-de-obra (R\$/h)		7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	95,84%
Número de h-h necessários (mil h/ano)		53	60	60	65	65	65	65	65	65	65	99,77%
Custo do insumo (R\$ / t)		30	30	30	25	25	25	25	25	25	25	121,57%
Consumo do insumo (t / litro de álcool)		0,006	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	89,89%

LEGENDA	
Células-título	
Campos para preencher (dados de entrada)	
Cálculos intermediários	
Valores calculados	
Resultados	

Quadro 20: Fluxo de caixa do Projeto de Inovação Tecnológica com variações aplicadas aos valores estimados

	FLUXO DE CAIXA DO PROJETO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA (R\$ mil)										Variações aleatórias		
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano			
Investimento em P&D	(580)												103,29%
Aquisição de terreno para fábrica	(2.000)												92,64%
Preparação do terreno	(400)												119,51%
Construção das instalações industriais	(3.000)	(500)											106,87%
Capital de giro	(300)	(350)											112,05%
Aquisição de equipamento industrial	(2.700)	(4.150)											109,82%
Posta-em-marcha		(300)											104,16%
TOTAL INVESTIDO	(8.980)	(5.300)											
Faturamento adic. resultante do projeto	0	1.800	4.500	5.250	8.000	8.000	8.400	8.800	9.200	9.600			
Despesas do empreendimento		(300)	(350)	(350)	(350)	(350)	(454)	(549)	(633)	(706)			85,69%
Mão-de-obra direta		(400)	(450)	(450)	(450)	(488)	(488)	(488)	(488)	(488)			
Insumos		(324)	(608)	(709)	(900)	(900)	(945)	(990)	(1.035)	(1.080)			
Fluxo de caixa líquido antes de impostos	(8.980)	(4.524)	3.093	3.741	6.263	6.263	6.514	6.774	7.045	7.327			
Depreciação dos prédios	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)			
Depreciação do equipamento industrial	(270)	(685)	(685)	(685)	(685)	(685)	(685)	(685)	(685)	(685)			
Gastos correntes c/ P&D (RIR, art. 349)	(350)												
Gastos c/ P&D 60% (Lei nº 11.196/05, art.19)	(210)												
Obtem patente (Lei nº 11.196/05, art.19, § 3º)					(70)								
Deprac.ativos p/ P&D (Lei nº 11.196/05, art.17, III)	(36)	(36)	(36)	(12)									
Deprac.aparelhos p/ proj. (Lei nº 11.196/05, art. 20)	(40)												
Amortiz.intangíveis (Lei nº 11.196/05, art.17, IV)	(70)												
Lucro tributável para IRPJ	(1.076)	(45)	2.272	2.944	5.408	5.478	5.729	5.989	6.260	6.542			
IRPJ (aliquota 25%)	269	11	(568)	(736)	(1.352)	(1370)	(1432)	(1497)	(1.565)	(1.635)			
Deprac. p/ P&D (Lei nº 11.196/05, art.20, § 3º)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)			
Deprac. apar. p/ proj. (Lei nº 11.196/05,art.20, § 3º)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)			
Amortiz.intangíveis (Lei nº11.196/05, art.20, § 3º)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)			
Lucro líquido para CSLL	(960)	(39)	2.278	2.926	5.378	5.462	5.713	5.973	6.244	6.526			
CSLL (aliquota 9%*)	86	4	(205)	(263)	(484)	(492)	(514)	(538)	(562)	(587)			
IPI do equip. industrial, assumido 10%	(270)	(415)											
IPI dos ativos p/ P&D (Lei nº 11.196/05, art.17, II)	(8)												
IR retido na fonte sobre remessa tecnol. (**)	(20)												
Fluxo de caixa líquido após tributos c/ horizonte	(8.922)	(4.924)	2.320	2.742	4.427	4.402	4.567	4.739	4.918	18.314			

Os quadros 19 e 20, acima, portanto, mostram o fluxo de caixa com os parâmetros que serão submetidos às variações indicadas na coluna da extremidade direita. Essas variações representam valores de uma distribuição normal gerados aleatoriamente, mil vezes. Em cada uma dessas iterações, cada uma das variações geradas aleatoriamente é aplicada a seu respectivo parâmetro (correspondente a uma linha nos quadros 19 e 20). Esse procedimento é feito para todos os treze parâmetros simultaneamente. Para cada uma dessas iterações, o sistema calcula o respectivo valor da TIR e do VAL (para não aborrecer o leitor com a repetição da mesma operação, esse cálculo não foi aplicado à RVAL). Os mil resultados de TIR e VAL são submetidos então a um tratamento estatístico de distribuição normal, do qual resulta a identificação de uma média e um desvio padrão para cada um desses dois indicadores de desempenho, mostrados, para o caso do exemplo, no quadro 21.

Quadro 21: Resultados da simulação de Monte Carlo comparado com o caso-base

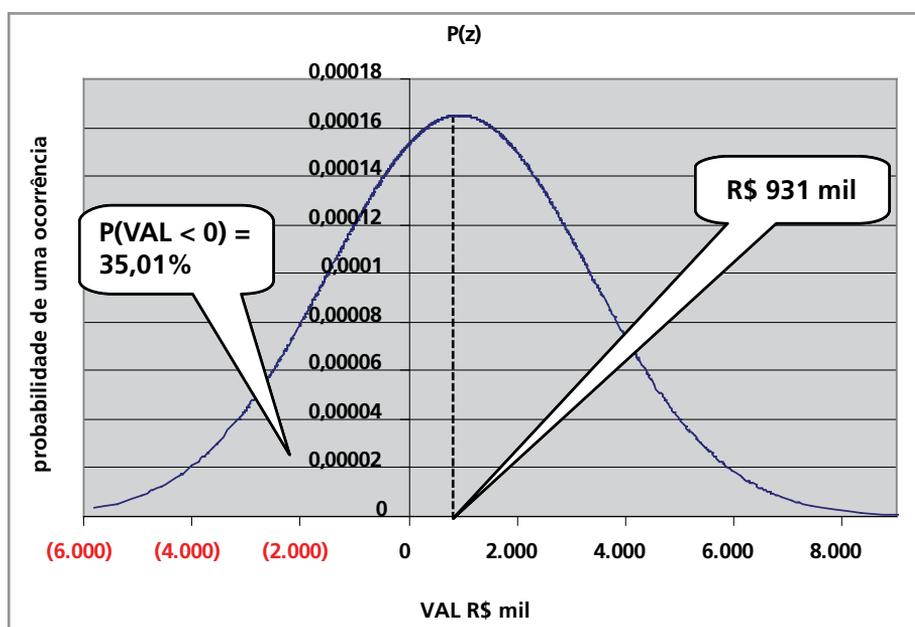
	Simulação	Caso-base
Média TIR	23,752%	22,625%
Média VAL	R\$ 931 mil	R\$ 295 mil
Desvio padrão TIR	5,235%	
Desvio padrão VAL	R\$ 2.417 mil	

Com esses dois dados, é possível traçar a distribuição normal dos indicadores de desempenho e, com base nessa, fazer as avaliações de risco para o desempenho do empreendimento. A simulação de Monte Carlo resultou, no exemplo, em valores médios para a taxa interna de retorno (TIR) de 23,752%, contra 22,625% calculado para o caso-base e para o valor atual líquido (VAL) de R\$ 931 mil, contra R\$ 295 mil calculado para o caso-base. O desvio padrão que resultou da simulação de Monte Carlo para esses dois indicadores foi de 5,235% para a TIR e de R\$ 2.417 mil para o VAL e, a partir dos resultados da simulação, foi possível traçar a distribuição normal mostrada na ilustração. Importante notar que, ao repetir a simulação com exatamente os mesmos dados de entrada, os resultados não serão necessariamente os mesmos da primeira vez, já que os cálculos são feitos com valores gerados aleatoriamente e mudam a cada repetição. Em algumas planilhas eletrônicas, na sua configuração padrão, a operação é repetida automaticamente em intervalos de tempo, ocasionando alterações nos resultados³⁰. Recomenda-se configurar a planilha

30 O MS Excel® gera novos valores aleatoriamente e refaz todo o cálculo quando se pressiona a tecla F9.

para executar o cálculo apenas mediante comando manual (no Excel, no menu Ferramentas, clicar em Opções; em seguida, na aba em que consta “Cálculo” e marcar “Manual”), para que ao longo do uso dos quadros da planilha Excel o aplicativo não efetue, automaticamente, nova simulação, gerando novos números aleatórios e, com isso, resultados incoerentes ao longo de seu uso. Além disso, tendo em vista o alto volume de operações envolvidas numa simulação com muitas iterações, o recálculo frequente pode tornar o uso do computador lento, dependendo do sistema de que se disponha.

Ilustração 9: Distribuição probabilística do VAL obtida na simulação



A distribuição normal traçada a partir dos resultados da simulação de Monte Carlo permite verificar que a probabilidade de o VAL ser negativo (inviabilidade do projeto) é de 35,01%. Essa probabilidade é calculada pela expressão $I(z)$ da distribuição normal, a qual, como já mostrado, pode ser obtida pela planilha eletrônica, e é mostrada na ilustração acima. O mesmo tipo de avaliação pode ser feito também para os outros indicadores de desempenho, como a TIR.

A quantidade de iterações necessárias para se obter resultados econômicos confiáveis depende da natureza do projeto que está sendo avaliado, seu valor e da complexidade das incertezas incorporadas. Normalmente, pelo menos 200 iterações são exigidas. Geralmente, uma amostra de dimensões particularmente grandes é necessária para se obter uma boa

representatividade dos valores extremos da distribuição dos resultados econômicos. Isso é relevante porque os critérios de risco econômico de maior interesse – limites de confiança inferiores e probabilidade de prejuízo – representam valores extremos.

Em nosso exemplo, a confiabilidade do resultado é mostrada com o cálculo da probabilidade de que o projeto seja inviável ou que tenha um VAL negativo ou ainda que a TIR seja inferior à taxa mínima de atratividade de investimento. Quanto maior o número de parâmetros incertos submetidos a variações aleatórias, maior será a dispersão dos resultados obtidos, isto é, maior o desvio padrão e, portanto maior o risco do empreendimento. À medida que cresce o número de iterações, por outro lado, aumenta-se a confiabilidade da avaliação. De qualquer modo, uma vez definido o procedimento e montada a operação na planilha eletrônica, aumentar a quantidade de iterações não representa um investimento significativamente maior de tempo de análise.

3.4.3.3 Escolha entre diferentes alternativas

É possível que, ao decidir sobre o investimento num projeto de inovação, seja necessário escolher entre projetos alternativos, ou ainda que, em determinado ponto na execução de um projeto, surjam rotas tecnológicas alternativas. Como proceder no caso em que uma alternativa apresente melhores indicadores de desempenho para o caso-base, porém maior risco? Não há uma resposta absoluta para essa situação. A escolha entre um ganho esperado mais alto ou um risco menor depende do valor do investimento, da capacidade financeira do investidor e da sua propensão para correr risco. Uma decisão mais conservadora leva à opção pelo menor risco enquanto uma decisão mais agressiva implica a escolha da alternativa com maior expectativa de ganho.

Uma escolha econômica busca maximizar o valor na função de utilidade ³¹. O investidor, normalmente, está disposto a correr um maior risco com quantias que não representem a possibilidade de inviabilizar seus negócios. No mercado financeiro, como no mundo dos negócios, maiores ganhos costumam vir associados a maiores riscos e vice-versa.

³¹ A função de utilidade ou curva de utilidade representa o conjunto de pontos que indicam o nível de risco que o investidor está disposto a correr para uma dada expectativa de valor do ganho. O mesmo investidor que se dispõe a correr o risco de perder R\$ 18,00 apostando na Mega Sena, sabendo que as chances de ganho são baixíssimas e a esperança aritmética do investimento é negativa, pode não estar disposto a correr risco num investimento de maior monta. O cálculo da função de utilidade contém um elemento subjetivo que é a propensão do investidor para o risco. A função ou curva de utilidade é, portanto, o lugar geométrico dos pontos que relacionam ganho esperado e risco e que são indiferentes para o investidor.

3.4.4 Sumário

A análise probabilística do risco é importante por permitir o tratamento simultâneo de diversos parâmetros que são insumos para o estudo de viabilidade em projetos de inovação tecnológica. Além disso, ela permite reduzir o elemento subjetivo na avaliação da tecnologia e na tomada de decisões quanto a investir ou não ou, em etapas intermediárias de sua execução, entre prosseguir ou interromper sua execução.

A simulação de Monte Carlo é importante ferramenta de tomada de decisão quanto à conveniência de prosseguir ou não com o projeto. Além disso, uma vez montado o fluxo de caixa líquido projetado do projeto e, uma vez montada a planilha eletrônica na qual foram feitas as mil iterações, fica menos trabalhoso repetir o procedimento após a obtenção de informações mais confiáveis como consequência do avanço nas atividades de P&D do projeto. Alterando basicamente os parâmetros do projeto, no caso-base, para os quais se tenham obtido novas estimativas, bem como os desvios-padrão, como reflexo de maior segurança quanto aos valores dos parâmetros, e fazendo pequenos ajustes no quadro do fluxo de caixa líquido projetado para refletir fatos novos, novas simulações poderão ser feitas para obter resultados mais confiáveis.

3.4.5 Conclusões

Qual o significado do valor da tecnologia demonstrado até aqui? O investidor que esteja diante da decisão de investir ou não em P&D terá, agora, elementos para decisões racionais e, além disso, conhece o nível de confiança desses elementos. Significa que, no momento em que o gestor da Cia. XYZ de Biocombustíveis tomar a decisão de investir no desenvolvimento da tecnologia de etanol a partir do bagaço de cana, sua expectativa é de que, ao final desse investimento em P&D, a XYZ terá um ativo (intangível) cujo valor será 0 (zero) caso essa tecnologia se revele inviável e inegociável para sua organização e será R\$ 931 mil para a empresa. Em outras palavras, com as informações de que se dispõe, antes de iniciar as atividades de P&D, acredita-se que, se a XYZ gastar R\$ 580 mil em P&D, ela possuirá um projeto que vale R\$ 931 mil, já descontado o valor atual da própria P&D. Após desenvolver a tecnologia, a Cia. XYZ de Biocombustíveis terá a opção de investir num empreendimento de produção de etanol a partir de bagaço de cana, cujo valor, para a XYZ, é R\$ 931 mil, considerados, nesse cálculo, todos os gastos e ganhos que o projeto trará.

Se a empresa XYZ não investir no empreendimento, ela poderá negociar a tecnologia pelo seu valor, já que, teoricamente, esse valor já embute

o investimento a ser feito, bem como o risco do empreendimento. Cabe alertar, no entanto, que o risco foi calculado para a situação da Cia. XYZ. O custo do capital, a propensão para o risco e outros parâmetros não são os mesmos para um hipotético comprador. No espaço entre os parâmetros de quem vende e de quem compra, haverá a negociação. Além disso, em lugar de comprar a tecnologia por um valor, a negociação pode levar o comprador a obter uma licença mediante o pagamento de *royalties*. Caso seja negociado o pagamento de *royalties* permanentemente sobre o faturamento que resultar do projeto, a Cia. XYZ buscará obter pelo menos uma remuneração sobre o valor equivalente ao seu custo de capital. Portanto, se o custo do capital da Cia. XYZ é 22% ao ano, ela buscará obter *royalties* de pelo menos R\$ 931 mil \times 0,22 = R\$ 204,82 mil/ano, ou seja, 4,55% sobre o faturamento no 3º ano, quando os investimentos já tiverem sido pagos, 2,56% no 5º ano e 2,13% do faturamento no 10º ano. A negociação poderá, nesse caso, partir de uma proposta de pagamentos *royalties* em percentuais decrescentes em relação ao faturamento prospectivo do negócio.

O valor do projeto é sempre função de fatos futuros. À medida que, na execução do projeto, avança a P&D, diminui o seu risco tecnológico, além do fato de que etapas que oneravam o empreendimento vão sendo superadas e, portanto, aumenta seu valor. Caso a Cia. XYZ decida por implantar o empreendimento industrial, após o trabalho de P&D, ao longo da implantação, além de diminuir o risco, diminui também o investimento necessário para frente e, portanto, aumenta o valor do projeto.

3.5 Análise de Opções Reais

O valor atual líquido (VAL) calculado com base no desconto do fluxo de caixa líquido projetado é a ferramenta mais comum na avaliação de um projeto. Um VAL positivo indica que o projeto é viável e, portanto, atrativo para o investidor, desde que não concorra com outros ainda mais atrativos. A técnica de análise do fluxo de caixa descontado atende satisfatoriamente à maioria dos casos de avaliação de projetos. Contudo, a técnica do fluxo de caixa descontado não permite avaliar a situação em que o administrador dispõe de alternativas gerenciais. A análise de opções reais dá conta da mudança no valor do projeto, no tempo, em função da diminuição do risco e incerteza à medida em que o tempo avança e se descortinam alternativas de decisão mais seguras, adiante no tempo.

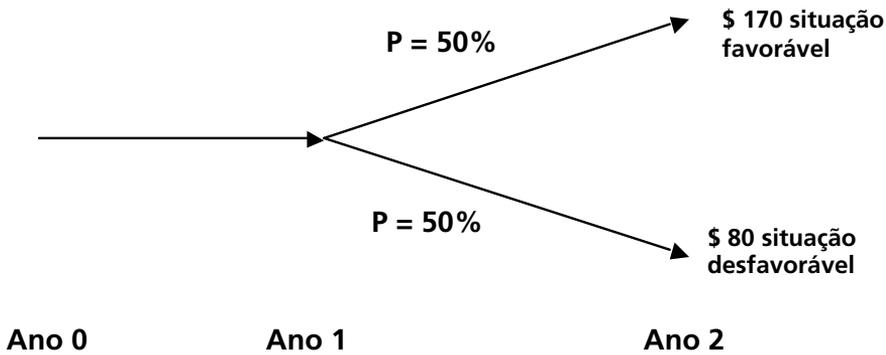
Kodukula³² ilustra esse fato com a seguinte situação hipotética: há uma possibilidade de investir \$ 100 num projeto. O retorno esperado se situa entre \$ 60 e \$ 160, e uma média esperada de \$ 110. O VAL desse projeto, portanto, seria \$ 110 - \$ 100 = \$ 10. Esse VAL, no entanto, não dá o devido tratamento ao fator incerteza. Se esse retorno não satisfizer a condição mínima de atratividade da organização, a decisão será de não investir. Entretanto, suponhamos que haja a hipótese de fazer um investimento inicial de apenas \$ 10 e, com isso, poder adiar a decisão de investir para um momento posterior, quando a incerteza tiver sido resolvida. Nessa nova ocasião, o investidor poderá optar por investir no projeto caso se configure, então, um retorno mais favorável (digamos, \$ 160) e, em caso contrário, poderá optar por abandonar o projeto e dar os \$ 10 por perdidos. A análise de opções reais permite quantificar o valor agregado ao projeto em virtude dessa opção. Ela permite avaliar a opção pela qual foram pagos \$ 10 para ter o direito de uma escolha posterior.

Um segundo exemplo do mesmo autor ilustra o significado do valor da opção e o valor acrescido ao projeto pelo direito de postergar a decisão para uma ocasião em que o risco for menor. Há uma oportunidade de investir, hoje, \$ 100 num projeto cujo retorno é estimado em \$ 125 daqui a um ano, com uma probabilidade de 50% de esse retorno montar a \$ 170 (caso favorável) ou cair a \$ 80 (situação desfavorável). O investidor tem também a escolha de postergar, por um ano, a decisão de investir, quando então o risco do projeto tenha sido reduzido. Como mostrado a seguir, usando a técnica de desconto do fluxo de caixa a uma taxa de desconto de 15%, o valor do projeto hoje (período zero = t_0) dado pelo VAL será ~ \$ 9. Assumindo-se que tal retorno seja aceitável, o investidor poderá optar por investir.

ano 0	—————→	ano 1
-\$ 100	\$ 125	$i = 15\% \text{ a.a.} = 0,15$
$\text{VAL} = [125/(1+0,15)] - 100 \approx \$ 109 - \$ 100 \approx \$ 9$		

Assumindo-se agora a alternativa mutuamente exclusiva de postergar a decisão de investir por um ano, ocasião em que a incerteza quanto ao fluxo de caixa terá sido eliminada, será calculado o valor do projeto para a situação favorável e para a desfavorável (cada qual com probabilidade de 50% de ocorrer), nas mesmas condições, de modo a verificar se é vantajoso esperar por um ano.

32 KODUKULA, Prasad. *Project valuation using real options: a practitioner's guide*. Fort Lauderdale, FL: J. Ross Publishing, 2006.



O VAL esperado para a situação favorável será:

$$50\% \{ [-\$ 100 / (1+0,15)^1] + [\$ 170 / (1+0,15)^2] \} \approx \$ 21$$

O VAL esperado para a situação desfavorável será:

$$50\% \{ [-\$ 100 / (1+0,15)^1] + [\$ 80 / (1+0,15)^2] \} \approx - \$ 13$$

Daqui a um ano, o investidor saberá se o projeto resultará em ganho de \$ 21 ou perda de \$ 13 e, com isso, optará por investir apenas caso o projeto se mostre favorável. Portanto, o direito de, daqui a um ano, escolher entre investir ou não, vale, hoje, no ano zero, \$ 21. Em outras palavras, o valor da opção é \$ 21. Por outro lado, a decisão de investir imediatamente no mesmo projeto vale \$ 9. Assim sendo, o valor acrescido pelo direito de postergar a decisão será: \$ 21 - \$ 9 = \$ 12.

Suponhamos, no projeto ilustrativo deste livro que, em lugar de a Cia. XYZ partir imediatamente para o investimento industrial, após a conclusão das atividades de P&D, haja a possibilidade de, com gastos reduzidos, operar a unidade-piloto por mais um ano ou dois, de modo a conhecer melhor os parâmetros operacionais, otimizar o processo e, com isso, reduzir o seu risco ou, ao contrário, após constatar a inviabilidade ou a ineqüibilidade da tecnologia, optar pelo abandono do projeto e dar por perdidos os gastos já incorridos. Isso significa que o investidor, após investir na tecnologia, seja comprando ou desenvolvendo-a, terá em mãos a opção de tomar diferentes decisões. Ter em mãos o direito de escolher com base em melhores conhecimentos da situação aumenta o valor do ativo adquirido. Acima de tudo, o direito de esperar para escolher entre investir, caso o projeto se mostre viável e não investir em caso de inviabilidade vale mais do que ter de investir seja o projeto rentável ou não.

Esse raciocínio tem sua origem no mercado de opções financeiras. O valor de uma tecnologia equivale, no mercado de opções, ao valor de uma opção real, ou seja, o direito do detentor da tecnologia de, posteriormente, optar por fazer o investimento industrial ou negociar a tecnologia e realizar ganhos³³. Corresponde a uma opção real no sentido de que o ativo contemplado (*underlying asset*) é um ativo real, contrariamente a uma opção financeira, que seria caso o ativo contemplado fosse um valor mobiliário. O gasto em P&D, nesse entendimento, corresponde ao preço da opção, enquanto que o gasto com o investimento industrial, que pode ser incorrido após a conclusão das atividades de P&D, corresponde ao preço de exercício (*strike price*) da opção. O valor da tecnologia ou o valor do empreendimento ou, conforme o caso, o preço da venda da tecnologia cujo cálculo será descrito neste trabalho, seria o valor da opção de compra (*call option value*). Normalmente, o investidor exercerá a opção caso o valor da tecnologia seja superior ao preço de exercício. A análise de opções reais abre uma possibilidade: o fato de que “(...) a teoria de opções permite avaliar as flexibilidades gerenciais e determinar qual é a melhor estratégia a ser adotada em função do ambiente de negócios”, enquanto que a aplicação do cálculo do VAL a uma dada alternativa, assumida como a escolhida, “(...) subavalia os projetos”³⁴.

A análise de opções reais não substitui a análise pelo método do fluxo de caixa descontado, mas é uma extensão do mesmo. A análise de opções reais parte do valor do ativo contemplado, que vem a ser a expectativa de valor dos ganhos futuros atualizada pelo desconto do fluxo de caixa projetado, ou seja, o valor atual do fluxo de caixa operacional. A análise de opções reais, portanto, uma técnica mais elaborada de avaliação que veio ganhando espaço em anos recentes, está no nível seguinte ao do método do fluxo de caixa descontado.

No projeto do exemplo deste livro, como mostrado na técnica de análise do fluxo de caixa descontado, investia-se, no primeiro ano, R\$ 580 mil de P&D, juntamente com os investimentos industriais iniciais: compra do terreno, preparação do terreno, início das obras civis, entre outros, como mostrado no Quadro 12 – Fluxo de caixa do projeto de inovação tecnológica (caso-base), antes de se ter um bom conhecimento da tecnologia e seu desempenho. Nessa altura, as incertezas ainda eram altas e o risco de iniciar os investimentos industriais era grande. Assumamos, como

33 KODUKULA, Prasad. *Project valuation using real options: a practitioner's guide*. Fort Lauderdale, FL: J. Ross Publishing, 2006.

34 MINARDI, Andrea. Teoria de opções aplicada a projetos de investidores. *IBMEC São Paulo News*, São Paulo, ano 1, ed. 3, out./nov. 2004. Disponível em: <http://arquivos.ibmecsp.edu.br/Hotsite/newsletter/edicao03/noticia_02.asp>. Acesso em: mar. 2008.

aventado acima, que a Cia. XYZ de Biocombustíveis tem a possibilidade de postergar o investimento em até dois anos, antes que os concorrentes desenvolvam a tecnologia de produção de etanol a partir do bagaço de cana, para, nesse prazo, então decidir, com maior segurança, investir, caso o projeto, em função da obtenção de parâmetros técnicos mais promissores, se mostre viável ou desistir e dar por perdidos os R\$ 580 mil gastos em P&D, caso se verifique a sua inviabilidade. A opção de postergar agrega valor ao projeto, pelo fato de a decisão poder ser tomada com menor risco.

A avaliação do projeto, nesse caso, assumirá que a decisão de investir ocorra apenas caso os resultados sejam favoráveis. A análise anterior, pelo fluxo de caixa descontado, o valor final era ajustado pela probabilidade de insucesso. Já a análise de opções reais captura o valor do projeto em função de seu potencial de sucesso e tem, implícita, a decisão gerencial apropriada que seria tomada para limitar o risco de insucesso. Quanto maior o risco superado por meio da postergação, tanto mais vale a opção de postergar. Numa análise de opções reais do projeto de inovação tecnológica, o preço da opção, ou prêmio, será o gasto em P&D, ou seja, R\$ 580 mil. O preço de exercício (*strike*) equivale ao valor atual do investimento inicial (R\$ 10.922 mil), enquanto que o valor do ativo contemplado (*underlying asset*) corresponde ao valor atual do fluxo de caixa operacional, isto é, o fluxo de caixa do projeto exceto o investimento inicial (R\$ 11.217 mil). O valor do projeto passa a ser dado, portanto, pelo valor da opção. O valor do direito ou da oportunidade de, dentro de um prazo, decidir por investir, ou não, no projeto. Quanto maior o risco, tanto mais vale poder postergar a decisão de investir e, por isso, quanto maior o risco associado a um projeto, expresso pelo desvio padrão dos resultados possíveis, tanto maior o valor da opção. Também, quanto maior a expectativa de ganho futuro no caso de um desfecho favorável, expresso pelo valor atual do fluxo de caixa operacional, tanto maior o valor da opção.

O valor da opção, R\$ 5.734 mil, como esperado, é maior do que o valor de R\$ 931 mil, calculado caso não se considerasse esse direito de postergar a decisão, na análise do fluxo de caixa descontado. O seu cálculo é descrito no Apêndice B.



4 FONTES DE RECURSOS FINANCEIROS

Normalmente, um projeto envolve um investimento, no primeiro período ou nos períodos iniciais, antes de resultar em receita adicional para a empresa. Isso significa que a empresa será obrigada a incorrer em desembolsos extraordinários nos primeiros períodos. A menos que a organização tenha desenvolvido a tecnologia para negociá-la em algum estágio de seu desenvolvimento, o projeto deverá demandar recursos financeiros para as atividades de P&D, para a elaboração da engenharia executiva, bem como para sua implantação física. Somente em períodos posteriores o novo empreendimento começará resultar em entradas de caixa. Por essa razão, uma parte importante no planejamento de um projeto é assegurar o suprimento de capital para o investimento, no tempo, pelo prazo e na quantidade em que for necessário. Como mostrado no item 3.2.1. – Cálculo do fluxo de caixa líquido projetado, serão necessários diferentes montantes, em momentos distintos e com diferentes níveis de risco.

Nem sempre a empresa tem facilidade em mobilizar as grandes somas que um projeto demanda, pois são desembolsos que fogem à sua rotina. Por essa razão, é comum que, além de contar com seus próprios recursos, a empresa organize um pacote de fontes, freqüentemente reunindo montantes que se destinam a diferentes usos no projeto. Por exemplo, há fontes que oferecem financiamento a dispêndios com P&D, mas não podem ser usados para investimento industrial, há fontes que só podem ser aplicadas em entidades científicas e tecnológicas públicas ou sem fins lucrativos (ICT). Há agentes financeiros públicos e privados, os quais, ao financiarem um projeto buscam atender distintas finalidades: uma instituição financeira privada quer assegurar resultados econômicos para si e seus acionistas, ainda que, eventualmente, no longo prazo, enquanto uma instituição pública pode estar atrás de fomentar o desenvolvimento tecnológico e industrial do país. Há fontes de recursos que oferecem empréstimos reembolsáveis, mediante garantias e outras cujo intuito é participar no risco e nos resultados do negócio.

Os recursos para o investimento podem se originar nas fontes apontadas abaixo, ou em combinações das mesmas:

- a) recursos próprios (geração própria de caixa);
- b) licenciamento da tecnologia para terceiros;
- c) fusões, alianças estratégicas;
- d) aportes dos acionistas;

- e) bolsa de valores;
- f) fundos de investimento (*private equity*);
- g) capital de risco (*venture capital*);
- h) anjos (*angel investors*);
- i) capital semente (*seed money*);
- j) financiamentos públicos e privados:
 - FINEP;
 - BNDES;
 - bancos ou financeiras;
 - agências estaduais;
- k) subvenção;
- l) uso do poder de compra do Estado.

Nas próximas seções, essas fontes de recursos serão descritas sucintamente, não necessariamente com essa organização, com menção às aplicações a que se destinam. É importante notar que, pelo fato de a economia brasileira e, por extensão, o mercado financeiro e suas instituições serem muito volúveis, as informações aqui apresentadas podem sofrer alterações. A relação de mecanismos de aporte de recursos para projetos de inovação apresentada a seguir não é exaustiva³⁵.

4.1 Recursos próprios

Para usar recursos próprios no projeto, a empresa deverá ter uma noção clara de sua geração de caixa futura e das necessidades de recursos. Seria inconseqüente a empresa aplicar uma quantia num empreendimento e depois não ter disponível em caixa para fazer face a gastos inelutáveis e inadiáveis, ou cujo atraso pode acarretar graves danos à empresa. Para isso é necessário que a empresa conte com uma previsão confiável do que entrará e sairá do caixa, ou um orçamento de caixa, que vem a ser a projeção da entrada de todos os recursos próprios ou de terceiros e de todos desembolsos a serem efetuados. As entradas e os desembolsos são:

³⁵ WEISZ, Joel. *Mecanismos de apoio à inovação tecnológica*. 3ª. ed. Brasília: SENAI/DN, 2006.

- a) recursos ou entradas de caixa: receitas de venda, ingresso de capital, títulos e contas a receber vincendas, financiamentos, empréstimos, venda de ativos e outros;
- b) desembolsos ou saídas de caixa: despesas operacionais e extra-operacionais (exceto depreciações, amortização de ativos diferidos ou exaustão de recursos naturais), amortização e juros de financiamentos, contas a pagar vincendas, aquisição de ativos, impostos e outros.

A previsão de caixa é muito importante como maneira de se conhecer as possibilidades financeiras de os planos da organização, inclusive projetos de investimento, serem implementados, além de possibilitar a obtenção, em tempo hábil e em condições menos onerosas, de recursos financeiros adicionais que se mostrem necessários para dar consecução aos projetos. Além disso, eventuais financiadores terão mais confiança para destinar seus recursos aos projetos da organização, caso vejam uma previsão bem elaborada e fundamentada. Também a gestão se tornará mais eficaz caso possa contar com uma boa previsão de caixa que lhe proporcione as ferramentas de controle e de correção, no devido tempo, de eventuais desvios, especialmente que esses desvios, como resultado de uma boa previsão, não fujam ao controle. Finalmente, uma previsão confiável de caixa dará à organização condições de antever de que fundos ela disporá para usar em investimentos atrativos. A previsão de caixa é denominada, alternativamente, 'orçamento de caixa', 'orçamento de tesouraria', 'orçamento financeiro', '*cash-flow*', ou ainda 'projeção de fontes e usos'. Em todos os casos, a previsão busca responder às seguintes questões:

- a) quando e que valor a organização precisará para atender a seus compromissos; e
- b) quando e quanto se espera de entradas e saídas de caixa?

Normalmente, a previsão de caixa é atribuída ao tesoureiro, quando houver, ou a quem tiver a atribuição de gerir as finanças da empresa. As previsões de curto prazo, normalmente feitas mês a mês ou até semanais, com horizonte de um ano, são feitas para enfrentar as necessidades de gestão da organização e têm um cunho predominantemente operacional. O cálculo do fluxo de caixa operacional de uma empresa, para fins de atendimento das necessidades operacionais, é dado pela expressão (2) a seguir:

Fluxo de caixa operacional = Lucro líquido + depreciação
+ amortizações de ativos diferidos + exaustão de reservas
– variação no capital de giro

(2)

Já as previsões de longo prazo, que cobrem prazos de vários anos, são feitas com vistas também ao planejamento de investimento da empresa e ficam no nível de movimentações anuais. O planejamento financeiro para projetos de investimento deve levar em conta sobretudo a previsão de caixa de longo prazo. Analogamente à projeção feita para o projeto (quadro 12), são feitas as projeções, para períodos futuros, dos desembolsos e das entradas de caixa previstas para a empresa. Enquanto o balanço da empresa e seu demonstrativo de resultados representam uma descrição histórica de fatos passados, a projeção do fluxo de caixa da empresa busca prever o futuro. No exemplo a seguir (quadro 22), o fluxo de caixa da Cia. XYZ de Biocombustíveis, que abriga o projeto, é projetado inicialmente numa situação sem o projeto ora em consideração. Em seguida, esse fluxo de caixa é confrontado com a necessidade e geração de caixa do projeto.

Quadro 22: Orçamento de caixa da Cia. XYZ de Biocombustíveis sem e com o projeto

Histórico	R\$ mil	Ano 01	Ano 02	Ano 03	Ano 04	Ano 05	Ano 06	Ano 07	Ano 08	Ano 09	Ano 10
a	Vendas à vista	180	180	180	180	180	200	200	200	200	200
b	Recebimento de vendas a crédito	1.800	1.800	1.900	1.900	1.900	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100
c	Recebimento pela venda de equipamentos					210					
d	SUBTOTAL entradas de caixa Σ (a+b+c)	1.980	1.980	2.080	2.080	2.290	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300
e	Despesas pagas à vista (excl. deprec.)	130	150	150	150	190	190	210	210	210	210
f	Pagamento por equipamentos adquiridos						800				
g	Folha de pagamento	370	370	380	380	400	400	430	430	430	450
h	Pagamento de contas vencidas	640	640	640	640	700	700	700	700	700	700
i	Pagamento de impostos e outros tributos	200	200	200	200	200	240	240	240	240	240
j	Distribuição de lucros (dividendos)			170	170	170	210	210	210	210	210
k	SUBTOTAL desembolsos Σ (e+f+g+h+i+j)	1.340	1.360	1.540	1.540	1.660	2.540	1.790	1.790	1.790	1.810
l	Fluxo de caixa líquido no exercício (d - k)	640	620	540	540	630	(240)	510	510	510	490
m	+ saldo inicial (= saldo ao fim exerc. ant.)	120	660	1.280	1.820	2.360	2.990	2.750	3.260	3.770	4.280
n	- reserva de caixa (caixa mínimo)	100									
o	Saldo de caixa acumulado ao fim do exerc. (l+m+n)	660	1.280	1.820	2.360	2.990	2.750	3.260	3.770	4.280	4.770
Abaixo, com o Projeto											
p	Fl. caixa líq. do projeto após tributos (caso-base) (*)	(8.922)	(4.924)	2.320	2.742	4.427	4.402	4.567	4.739	4.918	5.104
q	Necessidade de outras fontes (o + p)	(8.262)	(3.644)	4.140	5.102	7.417	7.152	7.827	8.509	9.198	9.874

(*) Sem valor de horizonte. Penúltima linha do quadro 12: Fluxo de caixa do Projeto de Inovação Tecnológica.

O quadro 22 mostra que a geração própria de caixa da Cia. XYZ não é suficiente para atender à necessidade de capital nos dois anos de investimento inicial. No primeiro ano da implantação deverá faltar um montante de R\$ 8.262 mil e, no segundo ano, deverão faltar R\$ 3.644 mil. Na medida em que a geração operacional própria de caixa da empresa não atenda à necessidade de um projeto ou que haja aplicações prioritárias para esses recursos, seus gestores recorrem a outras fontes para fazer face às necessidades extraordinárias do investimento. A projeção de fluxo de caixa demonstra que o empreendimento gerará recursos suficientes, a partir do terceiro ano, para cobrir o ganho de eventuais investidores ou o ressarcimento de empréstimos.

4.2 Licenciamento da tecnologia para terceiros

Pequenas empresas de base tecnológica ou instituições científicas e tecnológicas, na maioria dos casos, não têm fôlego nem vocação para, uma vez desenvolvida a tecnologia, implantar e, em seguida, operá-la. Sua especialidade, em muitos casos, é desenvolver tecnologia para repassá-la a terceiros. A venda da tecnologia pode se dar pela venda da propriedade intelectual, pela concessão da licença de uso, com ou sem exclusividade, mediante o pagamento de uma soma única ou mediante de pagamento de *royalties* proporcionais ao faturamento ocasionado pela tecnologia negociada.

A variedade de acertos possíveis é grande e não está sujeita a regras rígidas, ainda que haja maneiras mais usuais de negociação. O preço, seja em parcela única ou na forma de *royalties*, é uma questão negocial e deve refletir o valor da tecnologia tanto para quem vende como para quem compra. Não necessariamente é função do custo de geração da tecnologia. A avaliação da tecnologia foi tratada com mais detalhe no capítulo 3, tendo a hipótese de pagamento de *royalties* sido abordada na seção 3.4.5.

4.3 Fusões e alianças estratégicas

Uma situação intermediária entre a própria empresa implantar e operar a tecnologia desenvolvida e a situação anterior de licenciar a tecnologia é adotada quando a empresa que desenvolveu a tecnologia, embora tenha intenção e vocação para produção industrial e comercial do pro-

duto, dependa, pelo porte do empreendimento e pelo risco envolvido, de associar-se a outra empresa de modo a gerar massa crítica para implantar o empreendimento. Essa fusão ou aliança pode também ser de natureza estratégica e resultar da necessidade de agregar outra organização com maior capacidade técnica, comercial ou empresarial para a atividade contemplada.

Também aqui, o acerto pode assumir formas as mais variadas, desde uma simples fusão de duas empresas até a associação na formação de uma terceira empresa para conduzir o novo negócio.

4.4 Aporte de Capital

Nas economias desenvolvidas, em que há um mercado financeiro bem estruturado, uma importante maneira de buscar recursos financeiros para projetos de investimento da empresa é abrir ou aumentar a participação de acionistas ou sócios da empresa no seu patrimônio líquido (*equity*). Esse tipo de participação é um indicador da confiança depositada numa empresa e resulta do desejo dos detentores de capital de apostarem nela e compartilharem os riscos e os resultados.

4.4.1 Aporte dos acionistas

Uma das primeiras fontes a recorrer para financiar um projeto são os próprios detentores do capital da empresa. Se o projeto é atrativo, eles possivelmente terão interesse em exercer seu privilégio de primeira opção de aplicarem seu capital no novo empreendimento, ou se beneficiarem do aumento de rentabilidade que a empresa terá em função desse projeto. Um aumento de capital é saudável quando se destina a cobrir um investimento na empresa, seja na ampliação de suas operações, seja na implantação de novos projetos ou novos negócios. Numa sociedade por ações, nesse caso, caberá aos acionistas subscreverem e integralizarem um aumento de capital.

No exemplo desse trabalho, caso os acionistas considerem atraente investir, em equivalente ao valor atual, um montante de R\$ 10.922 mil, para obter um retorno, em equivalentes atuais, de R\$ 11.217 mil, eles possivelmente optarão por aplicar seu capital no empreendimento (ver cálculo da RVAL). O acerto dessa decisão poderá ainda ser corroborado caso, para os detentores do capital, a TIR do projeto, 22,625% ao ano, após tributos, para o caso-base, ou ainda, a TIR de 23,752% a.a., considerados

risco e incerteza do empreendimento, seja superior à sua taxa mínima de atratividade (22% para o investidor do exemplo). Levando ainda em conta que a probabilidade de prejuízo, isto é, o risco do projeto, avaliado no estágio em que se encontra, é de apenas 35,01% (ver 3.4.3. – Análise de risco), há uma perspectiva favorável para que os detentores do capital da empresa optem por aportar capital para o projeto.

4.4.2 Bolsa de valores

Quando a geração própria de recursos e o capital que os sócios ou acionistas estejam dispostos a aplicar no empreendimento não for suficiente para cobrir os dispêndios com o projeto, a empresa recorre a terceiros. O mercado mais apropriado para se buscar capital é a bolsa de valores, um pregão no qual se encontram investidores interessados em aplicar seu capital e empresas ou empreendedores interessados em angariar fundos para seus empreendimentos ou, mais exatamente, os corretores representantes desses negociadores. A presença de muitos compradores e vendedores de títulos mobiliários num mesmo pregão proporciona a todos um ambiente de maior transparência de mercado e, portanto, melhores condições de concorrência, o que assegura aos interessados condições para se certificarem de que fizeram o melhor negócio possível naquele momento e condições.

Para captar recursos na bolsa, a empresa deverá ter capital aberto, ou seja, ela passa a ser uma empresa que “(...) pode ter os seus valores mobiliários, tais como ações, debêntures e notas promissórias, negociados de forma pública. Por exemplo, na bolsa de valores”³⁶, para o que ela deverá preencher requisitos mínimos de transparência na gestão dos negócios e de clareza nos relatórios econômicos e financeiros. No Brasil, a principal bolsa de valores é a de São Paulo³⁷. A Comissão de Valores Mobiliários (CVM) é o órgão regulador do mercado de capitais no Brasil. Para abrir o capital, a empresa deve pedir registro na CVM. Caso se trate da primeira captação pública de capital, uma Oferta Pública Inicial (*Initial Public Offer – IPO*), a empresa deverá também solicitar à CVM autorização para realizar a venda de ações ao público.

“Simultaneamente à entrada dos pedidos na CVM, a empresa também pode solicitar a listagem na Bovespa. Somente as empresas que obtêm esse registro podem ter suas ações negociadas na bolsa. É interessante

36 BOVESPA. *Como e por que tornar-se uma companhia aberta*. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/pdf/guiaaber.pdf>>. Acesso em: mar. 2008.

37 BOVESPA. *Site*. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/Principal.asp>>. Acesso em: mar. 2008.

notar que, se o empresário estiver pensando em vender ações da sua empresa para o público, essa operação pode ocorrer por meio de uma distribuição primária, de uma distribuição secundária ou de uma combinação entre as duas, depende apenas das suas motivações para abrir o capital. Na distribuição primária, a empresa emite e vende novas ações ao mercado. No caso, o vendedor é a própria companhia e, assim, os recursos obtidos na distribuição são canalizados para ela. Por sua vez, numa distribuição secundária, quem vende as ações é o empreendedor e/ou algum de seus atuais sócios. Portanto, são ações existentes que estão sendo vendidas. Como os valores arrecadados irão para o vendedor, ele é quem receberá os recursos, e não a empresa”³⁸.

A venda de ações na bolsa é uma forma sadia de captar recursos quando a geração própria de capital não é suficiente para fazer frente às necessidades do projeto que fogem à geração rotineira da empresa. Por se tratar de aporte de capital e não de empréstimo, a empresa não incorre em débito e não tem a obrigação de ressarcir os credores antes de o projeto trazer resultados para a empresa. Quem compra ações de uma empresa está apostando no sucesso do empreendimento, torna-se seu sócio e, por isso, passa a ser parte interessada no sucesso da empresa. Pela ótica do investidor, ele se dispõe a correr o risco do negócio com a empresa, mas, em compensação, espera maior retorno, em caso de sucesso, do que seria o caso numa operação de empréstimo.

4.4.3 Fundos de investimento

Um tipo de fonte de recursos que vem se disseminando, no Brasil, são fundos de investimento em participações, muitos voltados prioritariamente para empreendimentos inovadores. Esses fundos, mais conhecidos como *private equity*, “(...) são normalmente estruturados através de “condomínios fechados”, ou seja, seus investidores subscrevem as quotas no início do fundo e não há possibilidade de resgate intermediário, pois os quotistas só recebem o capital na ocasião do desinvestimento/venda do fundo nas empresas da carteira, tipicamente de 5 a 10 anos após o início do fundo”³⁹. Predominantemente, os fundos de investimento em participações são voltados para pequenas e médias empresas, nas quais esses fundos acabam por contribuir também estrategicamente e não apenas pelo aporte de capital.

38 BOVESPA. *Como e por que tornar-se uma companhia aberta*. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/pdf/guiaaber.pdf>>. Acesso em: mar. 2008.

39 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRIVATE EQUITY E VENTURE CAPITAL – ABVCAP. *Site*. Disponível em: <<http://www.abvcap.com.br/Upload/Arquivo/overview%20-%20Cenário%20atual.pdf>>. Acesso em: mar. 2008.

“Enquanto o *venture capital* está relacionado a empreendimentos em fase inicial, o *private equity* está ligado a empresas mais maduras, em fase de reestruturação, consolidação e/ou expansão de seus negócios. A essência do investimento está em compartilhar os riscos do negócio, selando uma união de esforços entre gestores e investidores para agregar valor à empresa investida”⁴⁰.

A vantagem do *private equity*, em relação à simples busca de capital no mercado acionário, é justamente o fato de que o fundo agrega valor, não apenas recursos financeiros. Além de a decisão de participar num empreendimento ser normalmente precedida de uma análise do negócio por investidores que freqüentemente conhecem o setor, a participação no empreendimento envolve também ações estratégicas e gerenciais com vistas a melhorar o desempenho do empreendimento. O interesse dos gestores do fundo de *private equity*, ao participarem num empreendimento, é valorizar o investimento, para então sair para outros negócios.

4.4.4 Fundos de capital de risco

No que toca ao último aspecto da seção anterior, os fundos de capital de risco (*venture capital*) se assemelham aos fundos de investimento (*private equity*). Em ambos, o investidor busca agregar valor ao negócio, além de aportar recursos financeiros. Trata-se também de fundos fechados.

Conforme citação na seção 4.4.3. – Fundos de investimento, a diferença é que os fundos de capital de risco se destinam a empresas emergentes (*startup companies*), muitas vezes, empreendimentos que ainda se encontram em incubadoras tecnológicas.

Os fundos de investimento em participação, tanto o *private equity* como o *venture capital*, costumam representar uma pequena parcela de grandes fundos, como fundos de pensão ou de bancos, que seus gestores se dispõem a aplicar com maior risco, no entendimento de que se tratam de montantes para os quais o investidor pode correr o risco de perder, mas com uma expectativa, em caso de sucesso, de maior retorno. O percentual dessa parcela, no fundo, aplicada com maior risco, se 30% ou 10% do fundo, por exemplo, vai depender se se trata de um fundo de gestão mais agressivo ou mais conservador. Fundos de capital de risco trabalham com carteira de projetos (*portfolio*) que são administrados com vistas a que no conjunto dos projetos, entre os bem-sucedidos, os casos de in-

40 Idem.

sucesso e mais aqueles cujo resultado seja medíocre, o fundo, ao final, obtenha um ganho que compense o risco assumido.

No Brasil, vários fundos têm sido criados em anos recentes, tais como a CRP, o Votorantim Novos Negócios, os fundos ligados aos fundos de previdência complementar, bem como de instituições financeiras à espera de maior atratividade para esses investimentos para quando, como esperado, caírem os juros praticados no Brasil. Além disso, agências de fomento, como o BNDES e a Finep, têm criado mecanismos para estimular o surgimento de um mercado secundário para empresas que investem em inovação tecnológica. A Finep criou, em maio de 2000, o Programa Inovar, no qual uma das iniciativas era fomentar a criação de fundos de risco (incubadora de fundos) para pequenas empresas de base tecnológica.

O Programa Inovar é uma ação estratégica da Finep que tem por objetivo promover o desenvolvimento das pequenas e médias empresas de base tecnológica brasileiras através do desenvolvimento de instrumentos para o seu financiamento, especialmente o capital de risco⁴¹. O Programa Inovar é voltado para empresas de pequeno e médio porte que têm a inovação tecnológica como elemento central em sua estratégia de negócios, freqüentemente conhecidas como empresas de base tecnológica e vistas pela agência como “clientes-base-Finep”, para as quais o capital de risco é um instrumento de financiamento mais adequado para estimular a inovação tecnológica.

Normalmente, há intermediários que criam oportunidades de contato entre empreendedores, de um lado, e investidores, do outro. O Programa Inovar da Finep promove, periodicamente, encontro entre empreendedores de projetos tecnologicamente inovadores com potenciais investidores de risco por meio de seminários e rodas de negócio denominadas Fórum Brasil Capital de Risco, também chamados de *venture forum*, em que são organizados encontros entre empreendedores em busca de capital de risco e investidores interessados em boas oportunidades de investimentos. Nesses seminários, os empreendedores têm oportunidade de apresentarem seus negócios a uma platéia de investidores. Para fazerem suas apresentações, os empreendedores selecionados recebem orientações e ajuda da Finep. Os empreendedores interessados em se cadastrarem para o fórum são selecionados pela Finep, que leva em consideração se os seus negócios têm características que possam interessar os investidores. Entre os critérios considerados estão:

41 FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. Desenvolvimento de estrutura institucional para a criação e o desenvolvimento de empresas de base tecnológica no Brasil. Disponível em: <http://www.venturecapital.gov.br/vcn/oquee_PL.asp>. Acesso em: mar. 2008.

- a) tecnologia: a empresa participante deve atuar em áreas prioritárias, como tecnologia da informação, biotecnologia, saúde, química, energia, meio ambiente, máquinas e equipamentos, automação e segmentos correlatos;
- b) inovação: é um fator determinante, inclusive enquanto elemento de diferenciação da empresa no mercado, podendo estar presente no processo ou produto, ou ainda na estratégia comercial da empresa;
- c) produtos e processos de produção: devem apresentar, além de um baixo nível de risco técnico, o máximo de características proprietárias (conhecimento – eficiência – patentes), de forma a diferenciá-lo de seus concorrentes. O seu diferencial pode se basear no custo, na funcionalidade, na inovação ou na qualidade, permitindo vantagens competitivas explícitas;
- d) análise da situação de mercado e das estratégias: o mercado no qual se insere o empreendimento deve apresentar altas taxas de crescimento, devendo ser suficientemente grande para sustentar a entrada de uma nova empresa com razoável participação;
- e) retorno financeiro: a rentabilidade do empreendimento, em função e) de sua perspectiva de investimento e de receitas projetadas, é um elemento determinante para se reconhecer uma boa oportunidade de investimento. É importante ainda que sejam avaliadas as oportunidades de desinvestimento, ou seja, as alternativas de saída do investidor da empresa no futuro.

O link para cadastrar um negócio para o fórum está no endereço eletrônico: <http://www.venturecapital.gov.br/fm/cadastro_empreendedores.asp>.

É comum que mais de um investidor ou mais de um fundo participe em um empreendimento. O principal investidor costuma ser aquele com participação majoritária e, portanto, com maior poder decisório no negócio, supervisiona as negociações, verifica a documentação legal, faz a *due diligence*⁴², além de, eventualmente, apresentar o empreendimento a outros potenciais investidores.

A Finep, por meio de seu Programa Inovar, criou também, com vistas a promover um ambiente favorável ao investimento de risco, a Incubadora de Fundos Inovar. Formada originalmente por um consórcio entre Finep,

⁴² Due diligence é, resumidamente, a análise ou auditoria de um negócio ou de um empreendimento no qual se deseja investir e consiste na verificação da conformidade aos procedimentos legais e contábeis, da análise do desempenho financeiro e econômico do empreendimento e costuma cobrir as áreas financeira, legal, trabalhista, fiscal, passivo ambiental, situação no mercado etc.

BID/Fumin, Sebrae, Petros e outros que se agregaram, é uma estrutura voltada para estimular a criação de novos fundos de capital de risco voltados para as empresas nascentes e emergentes de base tecnológica, atrair os investidores institucionais, especialmente os fundos de pensão para a atividade e disseminar as melhores práticas de análise para seleção de fundos de capital de risco.

A incubadora de fundos investe minoritariamente nesses fundos, juntamente com seus parceiros, e os fundos, por sua vez, investem em empresas nascentes e emergentes de base tecnológica. No momento em que se escreve este trabalho, há uma expectativa de que, a médio e longo prazos, os juros, no Brasil, venham a cair, tornando o investimento de risco mais atrativo ao mercado financeiro.

4.4.5 Anjos

Há um tipo de investidor que, diferentemente de um fundo de investimento ou de um fundo de capital de risco, não antecede sua decisão de investir com a mesma análise do negócio. Normalmente, não é um profissional do investimento, nem sua decisão de investir resulta de uma análise técnica do empreendimento ou do negócio. O investidor anjo (*angel investor* ou *business angel*), quando decide investir num empreendimento, está, na realidade, investindo no empreendedor. Sua decisão costuma ser guiada por seu conhecimento do empreendedor. Frequentemente, o investidor anjo é um conhecido, vizinho, ou mesmo familiar do empreendedor (uma versão bem humorada os descreve como os 3 F – *family, friends and fools*).

Geralmente, o anjo investe seus próprios fundos no empreendimento. Idealmente, o investidor anjo aplica, num projeto, uma quantia ou uma parcela de seu capital que ele sabe que pode arriscar e sua expectativa é de um retorno alto, em função do risco assumido. Normalmente, o empreendimento que recorre a anjos é um negócio nascente e, na maioria das vezes, o capital é aplicado em troca de participação no negócio. Esse investidor, à semelhança do fundo de investimento e do fundo de capital de risco, tem expectativa de participar no risco do empreendimento e nos seus resultados. Os investidores anjo preenchem uma lacuna de investimento para o empreendimento que ainda não esteja suficientemente maduro para comportar uma análise profissional do negócio e, portanto, interessar a fundos nos quais a decisão é mais profissional e que, por outro lado, costuma encontrar-se ainda num estágio em que o capital necessário corresponde a quantias bastante inferiores àquelas que merecem uma análise por parte de investidores profissionais.

4.4.6 Criatec

Um mecanismo bastante promissor é o Fundo Criatec de capital semente (*seed money*), concebido pelo BNDES em janeiro de 2007. O Criatec foi implementado pelo BNDES, por meio da constituição de um fundo mútuo de investimento fechado, cujas cotas poderão ser subscritas pelo BNDESPAR e por outros investidores que queiram aderir ao programa. O fundo, cujo aporte inicial do BNDES foi de R\$ 80 milhões, tem, como finalidade, capitalizar as micro e pequenas empresas inovadoras e prover-lhes um adequado apoio gerencial. Em fevereiro de 2008, o Fundo Criatec fez seu primeiro investimento.

Em agosto de 2007, a Antera foi escolhida, no mercado, como gestora nacional do Fundo Criatec. Na mesma ocasião, foram escolhidas 6 (seis) cidades para designação dos gestores regionais: Florianópolis, Campinas (englobando a capital e outras cidades próximas), Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Fortaleza e Belém. Na verdade, o Criatec apresenta algumas características que o aproximam de um fundo de capital de risco, sobretudo pela aparente expectativa de retorno financeiro por parte do BNDES, que em alguns casos os gestores de capital semente não têm visam. O Criatec prevê a possibilidade de uma segunda capitalização pelo fundo em algumas das empresas investidas, enquanto que a situação típica nos programas de capital semente é que os empreendimentos bem-sucedidos na primeira fase concorram a um segundo aporte, agora de maior monta.

Equipes técnicas comporão os gestores regionais, que terão a responsabilidade de realizar os investimentos nas empresas-alvo, pelo seu monitoramento e posterior desinvestimento⁴³. Poderão ser apoiadas empresas com faturamento líquido de, no máximo, R\$ 6 milhões, no ano imediatamente anterior à capitalização do fundo, sendo que:

- a) o foco do fundo é de investimentos em empresas inovadoras que atuem nos setores de TI, biotecnologia, novos materiais, nanotecnologia, agronegócios e outros;
- b) no mínimo 25% do patrimônio do fundo deverá ser investido em empresas com faturamento de até R\$ 1,5 milhão;
- c) no máximo 25% do patrimônio do fundo deverá ser investido em empresas com faturamento entre R\$ 4,5 milhões e R\$ 6 milhões;
- d) poderá haver uma segunda capitalização pelo fundo em algumas das empresas investidas;

43 BNDES. Programa Criatec. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/programas/outras/criatec.asp>>. Acesso em: mar. 2008.

- e) o valor máximo por empresa, no primeiro investimento, será de R\$ 1,5 milhão. Em caso de projeto promissor, poderá haver um segundo investimento de até R\$ 5 milhões;
- f) para obter apoio do Criatec, a empresa tem de transformar-se em sociedade anônima de capital fechado (exigência da lei brasileira e norma da CVM). Ela não precisa apresentar plano de negócio – este será elaborado ao longo do processo. O Criatec pretende ser sempre um participante minoritário; e
- g) a visão do Criatec é de participar na gestão da empresa, agregando valor, com vistas a se desfazer do capital após um tempo, com lucro, quando sua missão estiver cumprida.

4.4.7 Finep – Inovar Semente

Na concepção do Programa Inovar, a Finep constatou a lacuna existente, para empreendimentos inovadores, entre a fase de desenvolvimento tecnológico e a fase em que o empreendimento poderia interessar a um fundo de risco. Para suprir essa lacuna, foi criado, dentro do Programa Inovar, o Inovar Semente.

O Programa Inovar Semente foi lançado pela Finep em dezembro de 2005, para investir R\$ 300 milhões em empresas nascentes. Trata-se de capital fornecido a empreendimentos em um estágio pré-operacional, muitas vezes ainda dentro de incubadoras e universidades. Na composição do programa, a Finep entra com 40% dos recursos. Outros 40% são aplicados por um agente local e 20% são previstos de virem de investidores privados. Para atrair os investidores pessoa física, conhecidos no mercado como anjos, o Inovar Semente garante que, caso os investimentos não alcancem o sucesso desejado, o valor nominal por eles aportado será devolvido.

A Finep prevê que, em seis anos, sejam apoiados cerca de 300 empreendimentos inovadores, com investimentos que variam entre R\$ 500 mil e R\$ 1 milhão. Os fundos são organizados por cidades, privilegiando aquelas com vocação tecnológica. Cada um deve apoiar entre 12 e 15 empresas.

A meta da Finep é criar 24 fundos com patrimônio entre R\$ 10 milhões e R\$ 12 milhões, que vão investir exclusivamente em empresas inovadoras de pequeno porte⁴⁴.

⁴⁴ FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. *Inovar Semente*. Disponível em: <http://www.venturecapital.gov.br/vcn/inovar_semente_PI.asp>. Acesso em: mar. 2008.

4.4.8 Definições

Há alguma divergência entre as diversas definições e denominações para esses tipos de fundos e modalidade de investimentos descritos acima. A Finep apresenta a seguinte classificação que, de certo modo, resume os mecanismos:

Quadro 23: Empresas emergentes: modalidades de aporte de capital e fontes

ESTÁGIO DA EMPRESA	CAPITAL ADEQUADO	FONTE DE RECURSOS
Concepção: idéia ou estudo de viabilidade.	<i>Love Money</i>	Recursos próprios
<i>Start-up</i> : protótipo.	Capital Semente (<i>seed money</i>)	<i>Angels</i> e Fundos de <i>Venture Capital</i>
Estágios iniciais: primeiras vendas.	Capital Semente e <i>Venture Capital</i>	<i>Angels</i> e Fundos de <i>Venture Capital</i>
Expansão: forte crescimento.	<i>Venture Capital</i> e <i>Private Equity</i>	Fundos de <i>Venture Capital</i> e <i>Private Equity</i>
Maturidade: consolidação.	<i>Private Equity</i> e Abertura de Capital	Fundos de <i>Private Equity</i> e Bolsas de Valores

O objetivo da maioria dos fundos de participação no capital de empresas emergentes, tanto os públicos como os privados, é aportar capital a empresas emergentes que revelem potencial para crescer. A maioria das modalidades até aqui descritas tem, em comum, o fato de que sua participação na empresa não se limita ao aporte de recursos financeiros. Os fundos modernos se engajam também na sua gestão, contribuindo com uma competência de gestão de negócios que muitas vezes falta aos empreendedores, já que estes são frequentemente técnicos que conhecem bem sua atividade, mas podem estar pouco afeitos a lidar com finanças, mercado, estratégia de negócios etc. O objetivo dos fundos, portanto, é aportar capital e competência empresarial, agregar valor ao empreendimento para, após um certo prazo, em média oito anos, vender sua participação com ganho.

4.5 Recursos de Terceiros

As fontes de capital acima contemplam aplicações que resultam numa participação do investidor no negócio, na qualidade de sócio ou acionista. A expectativa do investidor, nesse caso, é a de participar no risco, bem como nos resultados do empreendimento. Normalmente, quando terceiros põem seu dinheiro num empreendimento, eles o fazem na forma de empréstimo. Nesse caso, não há participação no negócio da empresa.

O credor financia o empreendimento mediante alguma garantia, seja real ou documental (fidejussória), de que o tomador reconhece a dívida e o ressarcirá ao final de um certo prazo, independentemente do sucesso ou insucesso de sua empresa. Há, contudo, maneiras de terceiros participarem no risco de um empreendimento mesmo sem participarem no capital da empresa. Nesse caso, a expectativa de quem aporta recursos é de que, em caso de sucesso no negócio, seu retorno para quem concedeu o dinheiro será maior do que se se tratasse de um simples empréstimo, como compensação pelo compartilhamento do risco. Nesta seção, serão tratadas formas de aporte de recursos ao negócio que não resultem em participação direta, de quem aplica o dinheiro, na propriedade do empreendimento. Em grande parte, são recursos públicos.

4.5.1 Apoio à inovação em pequenas empresas

Em muitos casos, os empreendimentos ainda não têm condições mínimas para interessar a investidores profissionais. São negócios ainda incipientes, para os quais ainda não cabem os estudos de viabilidade feitos por fundos de investimento ou por fundos de capital de risco. Frequentemente, são tecnologias que ainda estão sendo desenvolvidas em instituições científicas ou tecnológicas (ICTs) ou que ainda não graduaram de incubadoras. São, muitas vezes, inovações que ainda não conseguiram caracterizar-se como negócios e que requerem um apoio inicial que lhes dê condições para melhor demonstrarem a exequibilidade técnica e viabilidade comercial e econômica de seu empreendimento e elaborarem a prova de conceito, um estudo de viabilidade técnico-econômica (EVTE), um plano de negócio (*business plan*) que possa interessar a um potencial investidor. Algumas modalidades de capital semente (*seed money*) funcionam, para esses negócios, como uma transição entre o desenvolvimento na ICT e o primeiro investimento econômico no empreendimento.

Diferentemente dos investimentos acima descritos, o apoio à inovação de empresas emergentes normalmente é aplicado com muito pouca ou nenhuma expectativa de retorno ao investidor. Normalmente, esse recurso é aplicado no empreendimento por alguma entidade de fomento pública ou mesmo privada, cujo interesse é criar condições favoráveis à implantação industrial de uma tecnologia.

4.5.1.1 SBIR

O mecanismo mais conhecido e que serviu de modelo, no mundo, é o *Small Business Innovation Research Program* (SBIR) do governo federal dos Estados Unidos, criado pelo *Small Business Innovation Development*

Act, a lei geral da pequena e média empresa nos Estados Unidos, datada de 1982. Por essa lei, todas agências federais que financiam ciência e tecnologia teriam que destinar 2% de seu orçamento para o SBIR, o que significou um total de US\$ 2,2 bilhões em 2004⁴⁵. Agências como a NASA (aeroespacial), o Instituto Nacional da Saúde (NIH), a Fundação Nacional de Ciência (NSF), o Departamento de Energia, o Departamento de Transportes, a Agência de Proteção Ambiental, o Departamento de Defesa, o Departamento de Segurança Interna, o Departamento de Comércio e o Departamento de Educação destinam uma parcela de seu orçamento de P&D para projetos do SBIR em suas respectivas áreas.

Os projetos submetidos para apoio são julgados segundo a qualificação da pequena empresa, o grau de inovação do projeto, o mérito técnico, sua exeqüibilidade técnica e o potencial mercadológico. A operação do SBIR costuma ser feita em três fases⁴⁶:

- a) na fase 1, o projeto recebe um apoio inicial para um período de cerca de seis meses, num valor de até US\$ 100.000, para demonstrar o mérito técnico e a exeqüibilidade de uma idéia ou tecnologia;
- b) na fase 2, aqueles que concluíram a fase 1 com sucesso concorrem a um apoio adicional de até US\$ 750.000 para, durante um prazo de até dois anos, complementar o trabalho de P&D, dando ao empreendedor condições para avaliar o potencial para exploração comercial do negócio; e
- c) na fase 3, há uma transição da inovação que passa do laboratório ou do estágio experimental para o mercado. Na fase 3, o empreendimento não recebe apoio financeiro do SBIR. Os pequenos empreendedores deverão, nessa fase, buscar recursos financeiros no mercado ou em outras fontes de financiamento público. No entanto, o SBIR promove ações institucionais, seminários, rodadas de negócios com vistas a favorecer o casamento entre empreendedores e investidores.

Uma derivação do SBIR e que se insere no mesmo programa é o Programa de Transferência de Tecnologia para a Pequena Empresa (STTR – *Small Business Technology Transfer Program*), cujo objetivo é promover a transferência da tecnologia gerada nas ICTs para pequenas empresas.

45 NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, Division of Science Resources Statistics. *Federal funds for research and development: fiscal years 2004–06*. Arlington, VA, 2007.

46 USA SMALL BUSINESS ADMINISTRATION. Site. Disponível em: <<http://www.sba.gov/SBIR/indexsbir-sttr.html>>. Acesso em: mar. 2008.

4.5.1.2 Pesquisa Inovativa na Pequena e Microempresa (PIPE)

No Brasil, a Fapesp criou o PIPE, em 1997, destinado a apoiar o desenvolvimento de pesquisas inovadoras, a serem executadas em pequenas empresas sediadas no estado de São Paulo. O apoio pode ser na forma de auxílio ou bolsa ao pesquisador. O apoio é concedido em três fases:

- a) fase 1: com duração prevista de seis meses, destina-se à realização de pesquisas sobre a viabilidade técnica das idéias propostas. O valor máximo é de R\$ 125 mil para cada projeto;
- b) fase 2: para empresas que tenham passado pela fase 1, destina-se ao desenvolvimento da parte principal da pesquisa, cujos recursos serão concedidos aos projetos de maior sucesso na fase 1. A duração para essa fase é de até 24 meses. O valor é de até R\$ 500 mil; e
- c) fase 3: para o desenvolvimento de produtos resultantes das tecnologias desenvolvidas nas fases 1 e 2. A Fapesp não dará apoio financeiro para esta fase, mas poderá colaborar na obtenção de apoio de outras fontes, caso os resultados da pesquisa comprovem a viabilidade técnica das idéias e o potencial de retorno comercial ou social dos novos produtos que serão desenvolvidos.

4.5.1.3 PRIME – Programa Primeira Empresa Inovadora

No curso de 2008, a Finep prevê lançar o Prime, voltado a empresas incubadas. As incubadoras deverão responder pela seleção das empresas a serem contempladas com esse apoio. O apoio do Prime, à semelhança do PIPE ou do SBIR, é previsto em duas etapas: na primeira, a incubadora concede, com recursos da Finep, R\$ 120 mil não reembolsáveis a uma empresa da incubadora, para que ela avance na sua gestão, plano de negócios. Antes de se credenciarem para receber esses recursos, os empreendedores deverão passar por um curso “de imersão em negócios”⁴⁷. Numa segunda etapa do Prime, a empresa beneficiada poderá concorrer à concessão de financiamento no programa juro zero (item 3.5.1.5), a ser ressarcido em cem parcelas sem juros.

4.5.1.4 Papped Subvenção

Entre os três editais de subvenção econômica para empresas lançados pela Finep em 2006, estava o Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas na modalidade subvenção a micro e pequenas empresas (Papped Subvenção), no

47 FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. FINEP apresenta Programa Primeira Empresa Inovadora (Prime) Disponível em: <http://www.finep.gov.br/imprensa/noticia.asp?cod_noticia=1466>. Acesso em: abr. 2008.

valor de R\$ 150 milhões. Trata-se de uma chamada às fundações de amparo à pesquisa dos estados para apoiarem projetos em seus respectivos estados num programa em que os estados deveriam aportar recursos correspondentes àqueles aportados pela Finep. Cada estado, por meio de sua entidade estadual de amparo à pesquisa, faz chamadas públicas a pequenas empresas visando à concessão de subvenção financeira, isto é, recursos não reembolsáveis, para apoio a projetos de inovação tecnológica. No momento em que se escreve esse texto, no início de 2008, os diferentes estados se encontram em distintos estágios na implementação desse programa. As regras e os prazos para apresentação de propostas são definidas nos respectivos editais ou chamadas públicas que devem ser consultados na Fundação de Amparo à Pesquisa, Secretaria de Ciência e Tecnologia ou Sistema IEL/Federação das Indústrias dos respectivos estados.

4.5.1.5 Juro Zero

A Finep oferece ainda, para micro e pequenas empresas (MPE) inovadoras, cujo faturamento seja de até R\$ 10,5 milhões, empréstimos sem juros e ressarcimento dividido em 100 (cem) parcelas, com menos burocracia, por meio do Programa Juro Zero. Os financiamentos do Programa Juro Zero⁴⁸ variam de R\$ 100 mil a R\$ 900 mil, corrigidos apenas pelo índice da inflação – Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Não há carência e o empresário começa a pagar no mês seguinte à liberação do empréstimo.

Para agilizar o processo de contratação, a Finep tem convênios locais, até maio de 2008, com cinco parceiros estratégicos nos estados de Minas Gerais, Paraná, Bahia, Santa Catarina e Pernambuco, treinados pela Finep, e que são responsáveis por uma pré-qualificação das propostas. As propostas das MPEs, portanto, deverão ser submetidas, por meio de formulário eletrônico que se encontra na página da Finep⁴⁹ a esses parceiros estratégicos. Depois de aprovado por esse agente intermediário, o projeto é então encaminhado à Finep. O formulário eletrônico será preenchido pela empresa, que fará a assinatura digital do mesmo utilizando-se do seu Certificado Digital de Pessoa Jurídica, padrão ICP-Brasil⁵⁰.

Como não há necessidade de garantias reais, foi criada uma composição alternativa de garantias para avalizar o financiamento. Os sócios da empresa propo- nente deverão afiançar 20% do total. Além disso, em cada empréstimo, haverá

48 FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. Programa Juro Zero. Disponível em: <http://www.jurozero.finep.gov.br/jurozero_prod/autenticar.do>. Acesso em: maio 2008.

49 Idem.

50 BRASIL. ICP Infra-estrutura de Chaves Públicas Brasileira. Site. Disponível em: <<https://www.icpbrasil.gov.br/apresentacao>>. Acesso em: maio 2008.

um desconto antecipado de 3% no valor liberado aos empreendimentos, dinheiro que criará um fundo de reserva correspondente a 30% do total dos financiamentos. Após a quitação do empréstimo, e caso não haja inadimplência, esse desconto antecipado, corrigido pelo IPCA, será devolvido às empresas. Os 50% restantes serão assegurados por um fundo de garantia de crédito criado pelos agentes locais em cada uma das regiões escolhidas.

A mecânica dessa operação prevê um contrato de financiamento com encargos financeiros iguais ao IPCA, mais 10% ao ano a título de *spread*. Porém, enquanto a empresa se mantiver em dia com os pagamentos, o *spread* será integralmente “equalizado” (subsidiado) com recursos do Tesouro. Com isso, o encargo financeiro se limitará à atualização monetária pelo IPCA. Atrasos na amortização do empréstimo, no entanto, implicarão perda desse benefício, além de incidência de juros de mora.

4.5.2 Subvenção

Desde 2004, com a aprovação da Lei de Inovação,⁵¹ passou a ser legal, no Brasil, apoiar inovação tecnológica nas empresas com subvenção econômica, isto é, sem ressarcimento, bem como com a encomenda de projetos pelo poder público. Essa modalidade de apoio tem sido posta à disposição das empresas por meio de editais ou chamadas públicas, com datas certas para apresentação de propostas. As primeiras chamadas públicas para subvenção econômica para projetos de inovação tecnológica em empresas com recursos federais foram lançadas em 2006 pela Finep. Foram três chamadas em 2006:

- a) Chamada 01/2006 para subvenção econômica à pesquisa e desenvolvimento de processos e produtos inovadores de empresas no país, no valor de R\$ 300 milhões;
- b) Chamada 02/2006 para o Pape Subvenção, convidando as fundações de amparo à pesquisa para participarem, conforme no item 3.3.4., acima, no valor de R\$ 150 milhões; e
- c) Chamada 03/2006 para subvenção parcial da remuneração de pesquisadores doutores e mestres nas empresas, no valor de R\$ 60 milhões.

Em 2007, houve uma nova chamada pública para subvenção a projetos de inovação tecnológica em empresas, no valor de R\$ 450 milhões. Recursos de subvenção têm sido concedidos mediante chamadas

51 BRASIL. Presidência da República. Lei nº 10.973, de 2/12/2004: Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Brasília, *Diário Oficial da União*, 3 dez. 2004.

públicas ou editais que são publicados com prazo para apresentação de propostas. Em maio de 2008, a Finep publicou a chamada pública 01/2008,⁵² no valor de R\$ 450 milhões, para empresas se candidatarem a subvenção econômica para seus projetos de inovação tecnológica. Para novas chamadas públicas que venham a ser divulgadas, recomenda-se que os gestores de projetos fiquem atentos à página da Finep: <www.finep.gov.br>.

O CNPq também costuma oferecer bolsas de desenvolvimento tecnológico industrial (DTI) para profissionais envolvidos em desenvolvimento tecnológico nas empresas por meio do programa RHAIE Inovação. As bolsas são isentas de impostos e seu valor reflete o nível do profissional. A solicitação deve ser feita pela empresa ou em seu nome. A empresa, por sua vez, indicará, ao CNPq, os bolsistas que deseja absorver em seu quadro. As informações a respeito podem ser encontradas na página dessa agência: <www.cnpq.br>. Também nesse caso, as empresas devem estar atentas para a publicação de editais que abrem a concorrência pelas bolsas.

Algumas fundações de amparo à pesquisa (FAPs) costumam lançar chamadas públicas para empresas em seus respectivos estados que queiram concorrer a apoios. Na maior parte, esses apoios são concedidos a uma pessoa física e não diretamente à empresa. Em alguns casos, trata-se de docentes das ICTs que se engajam em projetos de interesse das empresas.

É importante que as empresas, ao concorrerem a chamadas públicas, leiam atentamente os seus termos e não deixem de cumprir todas as exigências formais, bem como as de conteúdo. Como a competição pelos recursos é acirrada, projetos que deixam de cumprir quesitos aparentemente banais, como envio de um certo número de cópias, em papel, assinadas, ou o preenchimento das informações requeridas, entrega ou envio antes do final do prazo, além do atendimento de exigências que porventura constem no edital ou na chamada pública, devem ser rigorosamente cumpridos. Como se trata de concorrência e todos estão sujeitos às mesmas exigências, qualquer descumprimento costuma implicar a desclassificação de um projeto antes mesmo que ele chegue a ser avaliado.

É importante também lembrar que as propostas serão lidas por técnicos da agência, bem como por membros convidados de um comitê assessor

52 FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. Seleção pública MCT/FINEP/FNDCT: subvenção econômica à inovação: 01/2008. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/subvencao_economica/subvencao_economica_editais.asp?codFundo=24>. Acesso em: maio 2008.

que, possivelmente, não sejam especialistas no assunto. Portanto, um enunciado que pode parecer óbvio para quem formula o projeto não necessariamente é compreensível a quem o analisa. A proposta deve ser clara, objetiva e concisa. Não necessariamente ajuda estender-se por páginas e páginas para informar algo que poderia ser dito mais sinteticamente. É importante lembrar que o projeto será lido por alguém que estará assoberbado, lendo vários projetos que concorrem pela mesma verba. Como, normalmente, não haverá oportunidade de defender o projeto pessoalmente, sua apresentação no papel deve se sustentar.

Finalmente, é importante lembrar que o projeto estará concorrendo com outros. Se outro estiver mais completo, mais claro, tiver maior mérito do ponto de vista econômico ou social, se tiver maior conteúdo tecnológico, tudo pode afetar sua classificação.

4.5.2.1 Ações transversais - Projetos cooperativos

Uma modalidade de subvenção indireta, praticada pela Finep, são os chamados Projetos Cooperativos. Nessa modalidade, a Finep apóia, com financiamento não-reembolsável, projetos de P&D de interesse de empresas, naquelas partes em que o projeto é executado numa ICT.

Trata-se, de modo geral, de apoios concedidos com recursos dos fundos setoriais e são operados por meio de editais ou chamadas públicas com prazo em calendário para apresentação das propostas. A montagem desses projetos envolve identificar e articular parcerias entre empresas e ICTs na execução de projetos de P&D, negociar a formatação do projeto, a propriedade intelectual que resultar do mesmo, bem como a necessidade de recursos.

O dinheiro concedido nesse tipo de operação vai para a ICT e não para a empresa. Em geral, as regras estipuladas no edital exigem ainda que a empresa aporte recursos adicionais para a universidade. Os gastos da empresa, tanto com aporte de recursos à ICT como gastos internos com o mesmo projeto, podem ser objeto de financiamento reembolsável na linha Pró-inovação (ver 4.5.3.1.), sendo que, como há parceria entre empresa e ICT, o financiamento se beneficiará de equalização dos encargos financeiros.

Normalmente, essa modalidade é útil para a empresa que já vem, antes da publicação do edital, articulando essa parceria, pois esta costuma ser uma negociação demorada, que funciona quando há complementaridade e sintonia entre os parceiros.

4.5.2.2 Funtec

O BNDES opera uma linha de apoio financeiro não reembolsável. Não se trata exatamente de subvenção econômica à empresa, já que os recursos são canalizados para entidades não lucrativas como incubadoras, centros de pesquisa, laboratórios etc., para financiar projetos de interesse de empresas ou de entidades empresariais.

Objetivo: apoio a projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação em áreas de notória relevância nacional, que permitam aproveitar oportunidades estratégicas para o país e nas quais o país possa desenvolver liderança. Para 2008, o BNDES definiu as seguintes áreas como estratégicas: saúde (princípios ativos e medicamentos para doenças negligenciadas; fármacos que utilizem a técnica de DNA recombinante; construção de infra-estrutura de inovação em saúde, envolvendo biotérios, pesquisa pré-clínica e pesquisa clínica), energias renováveis e meio ambiente (controle de emissões de veículos e de fábricas).

4.5.3 Financiamentos

Financiamentos reembolsáveis têm sido o mecanismo mais tradicional das agências de fomento ao desenvolvimento tecnológico no Brasil. Sobre tudo, em vista das condições pouco favoráveis encontradas no mercado financeiro, com seus altos encargos financeiros, prazos reduzidos, além de grande rigor na concessão de crédito, as agências públicas vieram, ao longo dos anos, suprimindo, de maneira mais ou menos satisfatória, a necessidade de crédito para projetos de inovação das empresas. Em muitos projetos de inovação tecnológica, são necessários financiamentos que complementem as demais fontes de recursos.

4.5.3.1 Finep – Pró-inovação

A linha padrão de financiamento da Finep é o Pró-inovação⁵³, por meio do qual são concedidos financiamentos reembolsáveis para projetos de pelo menos R\$ 1 milhão a empresas cujo faturamento seja superior a R\$ 10,5 milhões. As informações sobre o pró-inovação podem ser encontradas na página: <<http://www.finep.gov.br/programas/proinovacao.asp>>.

A Finep financia, na linha Pró-inovação, todos os gastos incorridos na atividade de P&D. Ela não financia o investimento industrial propriamente. Portanto, o investimento industrial eventualmente necessário para im-

53 Conhecido, até 1999, como financiamento reembolsável ou ADTEN – Linha de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional.

plantar uma tecnologia desenvolvida com apoio da Finep deverá encontrar outra fonte de financiamento, tal como o BNDES. As condições das operações do Pró-inovação são:

- tipo de operação: empréstimo reembolsável;
- modalidade: operação direta com a Finep;
- valor mínimo do financiamento: R\$ 1 milhão;
- encargos financeiros padrão: TJLP + 5% a.a. (TJLP = 6,25% a.a. no 2º trimestre de 2008).
 - Desde que o projeto se encaixe em determinadas prioridades das políticas públicas, esses encargos serão reduzidos, na medida em que o projeto resulte em aumento da competitividade da empresa no âmbito da PITCE, P&D no país com gastos compatíveis com seus setores, relevância regional ou inserção em APLs, adensamento tecnológico e dinamização das cadeias produtivas, parceria com ICTs, contratação de pesquisadores mestres ou doutores pela empresa, projeto nos setores priorizados pela PITCE ou PDP. A redução nos encargos pode chegar a até dez pontos percentuais para empresas cujos projetos preencherem todos esses requisitos.
- prazos, negociados para cada projeto, em função dos prazos de execução e de retorno previstos:
 - carência: até 3 anos, prazo durante o qual a empresa paga juros sobre o saldo devedor;
 - amortização: até 9 anos após a carência (tipicamente, a Finep concede dois anos de carência mais dois a três anos para amortização);
 - periodicidade do ressarcimento à Finep: mensal. A Finep se dispõe a estudar outras periodicidades em função do fluxo de caixa da empresa;
- participação da Finep no projeto: até 90% dos gastos com P&D. O mutuário deve arcar com pelo menos 10% a título de contrapartida;
- garantias: reais, a serem oferecidas pelo proponente do financiamento e negociadas caso a caso com a Finep. Usualmente, são aceitas

para operações aprovadas pela Finep, cumulativa ou alternativamente, mediante análise: hipoteca, penhor, alienação fiduciária de bens móveis e imóveis, bloqueio de recebíveis, aval e fiança bancária; e

- gastos incluídos no financiamento: todos os gastos com P&D feitos durante o seu prazo de execução e após o enquadramento da consulta prévia são passíveis de financiamento. Gastos incorridos pela empresa após o enquadramento da CP e antes da liberação da primeira parcela poderão ser ressarcidos pela Finep.

Os projetos são analisados, com vistas à concessão do financiamento, quanto ao mérito do projeto e quanto às condições da empresa. Quanto às condições da empresa, a Finep analisa as condições técnicas, financeiras e empresariais da empresa para levar a cabo o projeto de P&D proposto e, depois, transformá-lo em negócio. Examina ainda a capacidade de endividamento da empresa e suas condições para ressarcir a Finep, à luz de seus relatórios financeiros, garantias oferecidas e cadastro (análise retrospectiva), bem como em função da expectativa de ganhos futuros, especialmente como resultado do projeto proposto (análise prospectiva). Quanto ao projeto, a Finep analisa o conteúdo tecnológico do esforço de P&D proposto, a viabilidade industrial, financeira e comercial do projeto, bem como seu alinhamento com as políticas públicas e suas externalidades positivas (ver item 1.2.2.). O Pró-inovação é uma linha de financiamento usada pela Finep para apoiar projetos em seus programas prioritários, como o Pró-MDL – Programa de Apoio a Projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

A entrada inicial de um projeto na Finep é por meio de uma consulta prévia (CP), em que a empresa proponente oferece informações preliminares sobre o projeto para o qual deseja financiamento e sobre a própria empresa (natureza do negócio, setor, linhas de produtos, clientes, acionistas e grandes dados sobre desempenho financeiro. A CP permite à Finep, após uma análise expedita, enquadrar ou não o projeto em uma de suas linhas de apoio. Uma vez enquadrada a proposta, a empresa receberá uma carta informando quanto ao enquadramento e solicitando apresentação da solicitação de financiamento (SF), agora com informações mais detalhadas, sobretudo no que se refere aos balanços e demonstrativos de resultados da empresa, orçamento e cronograma físico-financeiro do projeto, bem como primeiras indicações sobre garantias oferecidas.

Os formulários ou roteiros para apresentação da CP e da SF podem ser obtidos na página da Finep. Essas informações possibilitarão a monta-

gem da operação de financiamento. Uma vez aprovada a SF pela Finep, começa a contratação do financiamento e definição de garantias. Após a contratação do projeto, a Finep libera, para a empresa, a primeira parcela do financiamento, correspondente ao valor do primeiro período no cronograma físico-financeiro. O período para liberação das parcelas geralmente é trimestral, podendo, em alguns casos, ser semestral. A empresa utiliza esses recursos no projeto e encaminha à Finep um relatório parcial de andamento juntamente com o demonstrativo de uso do dinheiro do financiamento e da contrapartida e já solicita a liberação da segunda parcela, e assim por diante.

4.5.3.2 Finep – APGEFOR

A linha de financiamento reembolsável APGEFOR – Ação de Pré-investimento para Geração de Energia Elétrica por Fontes Renováveis não se limita ao apoio à inovação tecnológica, mas tem como foco, como diz o nome, o pré-investimento⁵⁴. Essa linha financia a realização de estudos e projetos de pré-investimento que visem à implementação de obras de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, sejam elas alternativas ou convencionais, a serem realizadas por empresas brasileiras de engenharia consultiva.

- Encargos financeiros: TJLP + margem (*spread*) de 5% ou 6% a.a.;
- prazo de pagamento: até 72 meses, incluindo carência de até 24 meses;
- itens financiáveis
 - estudos de inventário;
 - estudos de viabilidade;
 - projetos básicos;
 - projetos executivos;
 - projetos ambientais;
- nível de participação da Finep: até 80% do valor do projeto.

4.5.3.3 BNDES

Em fevereiro de 2006, o BNDES, que sempre financiou o investimento industrial, o financiamento à infra-estrutura e outros investimentos em ativos

⁵⁴ Essa linha se assemelha ao antigo AUSC – Linha de Apoio ao Usuário dos Serviços de Consultoria, da Finep, com a diferença de que o APGEFOR é limitado a projetos de geração de energia elétrica.

fixos, lançou duas linhas de financiamento especificamente voltadas para o financiamento ao desenvolvimento de tecnologia nas empresas, ou seja, o financiamento ao investimento em ativos intangíveis. Nessas duas linhas, o banco passou a oferecer condições de financiamento mais favoráveis do que as suas tradicionais linhas de financiamento. Além de encargos inferiores para financiamento ao desenvolvimento tecnológico, as operações diretas com o banco passaram a poder ser feitas em valores inferiores aos R\$ 10 milhões mínimos que o banco exige quando investimentos industriais ou em infra-estrutura não são financiados através de agentes financeiros.

A primeira entrada de uma proposta de financiamento no BNDES, da mesma maneira que na Finep, é por meio de uma consulta prévia, uma informação inicial resumida sobre a proposta de financiamento e sobre a empresa, a qual permitirá ao banco fazer uma avaliação preliminar e informar se o pleito da empresa é passível de aprofundamento da análise e montagem da operação. Devem constar, numa consulta prévia, informações básicas sobre a empresa que solicita financiamento, tais como área de atuação, setor, controle do capital, sua administração, resumo dos relatórios financeiros e econômicos etc., bem como informações sobre o projeto, tais como apresentado na seção 1.2 deste livro, além de informações sobre a estratégia tecnológica, a política de inovação da empresa, caso se trate de proposta para a Linha Capital Inovador, descrita no item a), a seguir. Uma vez aprovada a consulta prévia no comitê de prioridades do banco, a empresa é solicitada a fornecer mais detalhes sobre o projeto, com vistas à montagem da operação. Os formulários e as informações sobre as linhas de financiamento podem ser obtidas na página do BNDES⁵⁵.

Em maio de 2008, o BNDES reestruturou suas linhas “Inovação PDI” e “Inovação Produção”. Foram criadas duas novas linhas de financiamento oferecendo financiamento de longo prazo e/ou subscrição de valores mobiliários, a saber:

- a) Capital Inovador – com o objetivo de “(...) apoiar empresas para construção de infra-estrutura física e do capital tangível e intangível necessário à realização de atividades de inovação”. A intenção do BNDES, com essa linha, é conhecer e apoiar a estratégia tecnológica da empresa e não visar apenas o projeto isoladamente.

⁵⁵ BNDES. Site. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/inovacao/default.asp>>. Acesso em: maio 2008.

- a forma de apoio é sempre operação direta (e não através de agentes);
 - valor mínimo para a combinação de modalidades de financiamento: R\$ 1 milhão, e máximo: R\$ 200 milhões, podendo, o que exceder esse montante, ser concedido na modalidade de renda variável;
 - os encargos financeiros são a soma de:
 - i. custo financeiro: TJLP (6,25% a.a., no 2º trimestre de 2008);
 - ii. remuneração básica do BNDES: 0%;
 - iii. taxa de risco de crédito: de 0,46% a 3,57% ao ano, conforme a avaliação de risco (*rating do mutuário*) e 0% para MPMEs;
 - nível de participação do BNDES no projeto:
 - i. MPME, até 100% dos itens financiáveis;
 - ii. grandes empresas, até 80% dos itens financiáveis.
 - garantias: definidas em conjunto com o banco, por ocasião da análise da operação. A critério do BNDES, estarão dispensadas da constituição de garantias reais as operações de financiamento que não excedam o limite máximo de R\$ 10 milhões de exposição junto ao BNDES, por grupo econômico, estando excluídas deste valor as operações de subscrição de valores mobiliários.
- b) Inovação tecnológica – cujo objetivo é o “(...) apoio a projetos de natureza tecnológica de empresas, que busquem o desenvolvimento de produtos e/ou processos novos ou significativamente aprimorados (pelo menos para o mercado nacional) e que envolvam risco tecnológico e oportunidade de mercado”.
- Operações diretas;
 - valor mínimo para a combinação de modalidades de financiamento: R\$ 1 milhão;
 - taxa de juros: 4,5% a.a.;
 - prazo: até 14 anos;
 - nível de participação do BNDES: até 100% dos itens financiáveis;
 - garantias: definidas em conjunto com o banco, por ocasião da análise da operação. A critério do BNDES, estarão dispensadas

da constituição de garantias reais as operações de financiamento que não excedam o limite máximo de R\$ 10 milhões de exposição junto ao BNDES, por grupo econômico, estando excluídas deste valor as operações de subscrição de valores mobiliários.

Também na página do BNDES se encontram os formulários para solicitar financiamento e outras informações. Uma importante vantagem do BNDES é o fato de que, além de ser uma organização forte com grande capital, ele pode financiar, num só pacote, todo o investimento – que vai do P&D, à engenharia e à implantação industrial.

O BNDES, dentro da política industrial do país, especialmente a política de desenvolvimento produtivo, formulou programas prioritários para operar as suas linhas de financiamento à inovação tecnológica acima descritas. Esses programas visam apoiar setores priorizados na PITCE e na PDP, conforme segue:

- a) Profarma – Programa de Apoio ao Desenvolvimento do Complexo Industrial da Saúde, para financiar os investimentos de empresas sediadas no Brasil, inseridas no Complexo Industrial da Saúde, cujo subprograma Profarma – Inovação visa apoiar, projetos de inovação em empresas, em colaboração ou não com as ICTs, projetos de construção ou consolidação da infra-estrutura para inovação em saúde no país, ou projetos que promovam a internalização de competências e atividades relacionadas à pesquisa, desenvolvimento e inovação no país. As modalidades de apoio nesse subprograma podem ser:
- financiamento; e/ou
 - participação na empresa (via subscrição de valores mobiliários); ou
 - participação nos resultados do projeto.

Essas duas últimas modalidades são operações em que o BNDES compartilha o risco de um projeto com a empresa. Se a tecnologia for bem-sucedida, o BNDES terá uma participação maior nos resultados. Em compensação, o BNDES corre o risco de insucesso tecnológico juntamente com a empresa.

- b) PROSOFT – Programa para o Desenvolvimento da Indústria de Software e Serviços de Tecnologia da Informação, que engloba, entre diversos itens financiáveis, vários relacionados à inovação em tecnologia da informação.

- c) Funttel – Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações, para estimular o processo de inovação tecnológica, incentivar a capacitação de recursos humanos, fomentar a geração de empregos e promover o acesso de pequenas e médias empresas a recursos de capital, de modo a ampliar a competitividade da indústria brasileira de telecomunicações. Trata-se de um dos fundos setoriais para ciência e tecnologia, o único cuja gestão está fora do âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia. O Funttel apóia empresas brasileiras nas modalidades de financiamento reembolsável ou de capital de risco e apóia projetos cooperativos entre ICTs e empresas com recursos não reembolsáveis.
- d) Pró-Aeronáutica – Programa de Financiamento às Empresas da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira, visa ao financiamento de longo prazo e/ou subscrição de valores mobiliários para apoiar investimentos realizados por micro, pequenas e médias empresas (MPMEs) integrantes da cadeia produtiva da indústria aeronáutica brasileira, visando ao adensamento desta cadeia.

As duas linhas de financiamento à inovação tecnológica descritas acima se destinam preferencialmente a esses programas prioritários do BNDES, os quais respondem à política industrial do governo.

4.6 Comentários Finais

Neste capítulo, foram descritas as principais linhas de financiamento destinadas especificamente ao apoio a projetos de inovação tecnológica. Há outros mecanismos de fomento ao desenvolvimento tecnológico menos apropriadas para projetos. Além disso, há muitas outras fontes e linhas de financiamento que não se destinam especificamente a desenvolvimento e inovação tecnológicos, mas que eventualmente servem para esses projetos, ainda que, freqüentemente, sem as mesmas condições favoráveis.

Um equívoco comum, entre empresas no Brasil, é esperar a disponibilidade de fontes de financiamento, sobretudo de agências públicas de fomento, para então formular o projeto que se encaixe dentro de suas regras, ou ainda formular o projeto para ter acesso a uma nova fonte de financiamento público. Apesar da escassa liquidez no mercado financeiro brasileiro, a ordem deve ser inversa: um projeto deve ser formulado como parte integrante da estratégia de negócios da empresa e ser

o motor da busca de fontes de recursos. É bastante provável que bons projetos, de potencial favorável e bem formulados encontrem, cedo ou tarde, os necessários recursos financeiros, ainda que eventualmente seja necessária sua adequação às condições e finalidades da nova fonte de financiamento. Na situação contrária, normalmente, quando surgem ofertas de recursos financeiros públicos ou privados, pode ser tarde para começar a conceber um projeto. Um projeto de inovação tecnológica não é formulado para angariar financiamento ou outra forma de *funding*. Um projeto de inovação tecnológica é parte da estratégia empresarial e, acima disso, uma parte cada vez mais central na estratégia de competitividade e de sobrevivência das empresas.



APÊNDICES

Apêndice A: Valor de horizonte

Boer⁵⁶ menciona cinco diferentes métodos para calcular o valor de horizonte, dois dos quais assumem um cenário de liquidação do negócio descrito no item (a), acima, e três trabalham com perpetuidade, descrita em (b).

a) Cenário de liquidação do negócio

- Método nº 1: assume-se que, ao liquidar o negócio, os detentores do capital da empresa pelo menos recuperam o capital de giro empatado no negócio. A empresa cobra as contas a receber, paga o exigível, vende os estoques, e os detentores do capital reembolsam o que sobrar no caixa. Este montante residual será o valor de horizonte, que será usado como entrada de caixa no último período do fluxo de caixa.
- Método nº 2: assume-se que, ao liquidar o negócio, além do capital de giro, os investidores venderão ativos por um valor residual, sendo aceitável assumir, no momento da projeção do fluxo de caixa, que essa venda se dará pelo valor contábil dos ativos (preço de compra menos depreciação acumulada). O valor recuperado do capital de giro mais dos ativos equivale ao valor de horizonte do projeto e entrará no fluxo de caixa no período final da projeção.

b) Cenário de perpetuidade

- Método nº 3: índice preço-lucro (P/L). Esse método recorre à comparação com índices P/L para empresas em setores semelhantes, para inferir o preço de venda da empresa ao final do horizonte. Esse seria o valor de horizonte no fluxo de caixa projetado. Esse método, no entanto, tem algumas limitações, já que uma empresa negociada no pregão da bolsa de valores não é exatamente termo de comparação para uma unidade de negócio e, muito menos, para um projeto.
- Método nº 4: uso do EBITDA (lucro antes de juros, impostos, depreciação e amortização) como termo de comparação para inferir o preço de venda do empreendimento. No quadro 12 – Fluxo de caixa do projeto de inovação tecnológica, o EBITDA corresponde ao faturamento, menos as despesas do empreendimento (exclusive depreciação), menos mão-de-obra direta, menos insumos. O EBITDA é o termo de comparação preferi-

do pelos profissionais que atuam com avaliação. Profissionais que avaliam e negociam empresas costumam ter índices preço/EBITDA que costumam ser bastante precisos. “Esse método de cálculo do valor de horizonte é o mais seguro”⁵⁷.

- Método nº 5: Perpetuidade crescente. Nesse método, distingue-se o fluxo de caixa operacional do fluxo de caixa livre. O fluxo de caixa operacional é dado pela expressão (2):

$$\text{Fluxo de caixa operacional} = \text{Receita líquida} + \text{depreciação} + \text{amortizações} + \text{exaustão} - \text{variações no capital de giro} \quad (2)$$

Para um negócio permanecer saudável, no entanto, é necessário que haja disponibilidade também para reinvestir em ativos imobilizados, primeiramente para repor ativos obsoletos ou gastos e, em segundo lugar, para dar conta do crescimento do negócio. O fluxo de caixa livre representa aquela caixa disponível para ser usado ao arbítrio do investidor. O valor de um negócio para um investidor, em última análise, é o valor atual do fluxo de caixa livre, não comprometido com a operação, gerado para o investidor. Assume-se que o negócio representa uma perpetuidade após o horizonte de tempo e que essa perpetuidade apresenta um crescimento. O crescimento de um negócio implica a necessidade de mais capital de giro, reduzindo, portanto, o fluxo de caixa livre para o investidor. Uma perpetuidade crescente valerá tanto mais, para o investidor, quanto maior for sua taxa de crescimento.

No exemplo deste trabalho, optou-se pelo método da perpetuidade crescente para cálculo do valor de horizonte. Pelo método da perpetuidade crescente, busca-se calcular o valor que um investidor pagaria por uma aplicação que lhe garante essa perpetuidade crescente, dados três valores⁵⁸:

- o fluxo de caixa livre P no ano horizonte é P_h (no exemplo deste trabalho, o ano-horizonte é o ano $t_h = 10$),
- o custo do capital i (no exemplo, $i = 22\%$ a.a.); e
- a taxa de crescimento anual g da perpetuidade (no exemplo, $g \approx 3,8\%$).

57 Idem.

58 BOER, F. Peter. *The valuation of technology: business and financial issues in R&D*. New York: Wiley, 1999.

Trata-se de calcular o limite da soma dos valores do fluxo de caixa livre nos infinitos anos de uma perpetuidade crescente. A convergência se dará tanto mais cedo quanto mais o custo do capital for maior do que a taxa de crescimento ($i \gg g$). À medida que g se aproxima de i , o valor da perpetuidade aumenta. Se a taxa de crescimento do valor do fluxo de caixa fosse maior do que o custo de capital, não haveria convergência e o valor da perpetuidade tenderia para o infinito.

Em cada ano, o fluxo de caixa será maior do que no ano anterior. Portanto, no ano n , o fluxo de caixa será: $P_n = P_{n-1}(1+g)$. No ano seguinte ao ano horizonte (no exemplo, ano $P_{h+1} = 11$), o fluxo de caixa será $P_{h+1} = P_h(1+g) = P_h \times 1,038$.

No entanto, para manter a equivalência, o fluxo de caixa no ano seguinte deverá também ser descontado pelo custo do capital, para se obter o valor atual no ano horizonte, ou seja, VAL_h de $P_{h+1} = P_{h+1} / (1+i)$.

Aplicando, agora, ambos os fatores (crescimento e custo do capital), teremos.

$$P_{h+1} = P_h(1+g)/(1+i)$$

$$P_{h+2} = P_{h+1}(1+g)/(1+i) = P_h(1+g)^2/(1+i)^2$$

·
·
·

$$P_n = P_h(1+g)^{n-h}/(1+i)^{n-h}$$

Somando as expressões dos fluxos de caixa dos infinitos anos dadas acima ($P_{h+1} + P_{h+2} + \dots + P_n + \dots + P_\infty$) e colocando P_h em evidência, teremos a expressão (3), a seguir:

$$\sum_{n=h+1}^{\infty} P_n = P_h [(1+g)/(1+i) + (1+g)^2/(1+i)^2 + (1+g)^3/(1+i)^3 + \dots + (1+g)^{n-h}/(1+i)^{n-h} + \dots] \quad (3)$$

No fator entre colchetes da expressão (3), podemos designar a expressão (4) $(1+g)/(1+i) = X$. Substituindo essa expressão por X , na soma dentro dos colchetes, no somatório acima, teremos:

$[X + X^2 + X^3 + \dots + X^{n-h} + \dots]$. A expressão entre colchetes é a soma dos infinitos elementos de uma PG (progressão geométrica), cuja razão é X , e pode ser dada pela expressão:

$$\sum_{n=h+1}^{\infty} X^{n-h} = X + X^2 + \dots + X^{n-h} + \dots \quad (5)$$

Multiplicando ambos os membros da igualdade (5) acima por $(1-X)$, teremos:

$$(1-X) \sum_{n=h+1}^{\infty} X^{n-h} = (1-X) \times [X + X^2 + \dots + X^{n-h} + \dots] \quad (6). \text{ Portanto,}$$

$$\sum_{n=h+1}^{\infty} X^{n-h} = \frac{X \times (1 - X^{n-h})}{(1-X)} \quad (7)$$

Tendo em vista que, na expressão (4), $g < i$, teremos também $X < 1$ e, portanto, trata-se de uma PG cuja razão é menor do que 1. Assim sendo, no infinito, a soma de seus elementos deve convergir para um valor finito. Isso pode ser expresso como:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{n=h+1}^{\infty} X^{n-h} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{X \times (1 - X^{n-h})}{(1-X)} \quad (8). \text{ Portanto,}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{n=h+1}^{\infty} X^{n-h} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{X}{1-X} - \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{X^{n-h}}{1-X} \quad (9)$$

Ora, o limite de X^{n-h} é zero, dado que $X < 1$. Portanto, a segunda parcela nesta última expressão será nula. Assim sendo,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{n=h+1}^{\infty} X^{n-h} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{X}{1-X} = \frac{X}{1-X} \quad (10)$$

Ou seja, a soma dos infinitos elementos da progressão geométrica cuja razão é menor que 1 (um), será $X/(1-X)$. Voltando aos valores de g e de i usados na expressão (4), com $X=(1+g)/(1+i)$, na expressão da soma dos infinitos elementos o X pelo seu valor dado acima, ter-se-á o valor da expressão entre colchetes da expressão (3), acima:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{n=h+1}^{\infty} X^{n-h} = \frac{X}{1-X} = \frac{1+g}{1+i} \times \frac{1+g}{1+i} = \frac{1+g}{i-g} \quad (11)$$

Donde se conclui que a soma dos infinitos fluxos de caixa para uma perpetuidade crescente será dada por:

$$\sum_{n=h+1}^{\infty} P_n = P_h \times \left[\frac{1+g}{i-g} \right] \quad (12) \text{ Essa expressão, portanto, dá o valor horizonte,}$$

isto é, o valor pelo qual se supõe que um investidor compraria o empreendimento no ano horizonte, com a expectativa de uma perpetuidade crescente, cujo valor inicial é P_h . Esse é o valor no ano horizonte.

Resta agora calcular o valor de P_h , isto é, o fluxo de caixa livre no ano horizonte. O fluxo de caixa livre no ano horizonte não corresponde ao fluxo de caixa gerado pelo empreendimento no ano horizonte, pois fluxo de caixa livre é aquele que resta após os dispêndios de capital. Ao longo dos anos, após o ano horizonte, uma parte do fluxo de caixa líquido gerado pelo empreendimento terá que ser usado para repor ativos cuja vida útil se encerra seja por desgaste, seja por obsolescência, por exaustão etc. Não necessariamente, essa reposição se dará no exato ano em que se completa a depreciação, amortização ou exaustão contábil do ativo. No entanto, não se pode pressupor que os ativos (equipamentos, edificações, veículos, intangíveis etc.) tenham vida por tempo indefinido. No exemplo deste trabalho, assume-se que a reposição dos equipamentos coincide com o fim de sua depreciação, amortização ou exaustão contábil, o que é uma estimativa admissível quando se fazem as projeções. Assume-se que as edificações, apesar de serem depreciadas em vinte anos, não serão repostas nesse prazo. O fato é que, após o ano horizonte, haverá um fluxo de caixa crescente “perpétuo” que, de tempos em tempos, será onerado com a reposição dos ativos. No exemplo deste trabalho, a vida útil dos ativos foi assumida como sendo de 10 anos e, portanto, como seu uso começou nos anos 1 e 2, eles deverão ser repostos pela primeira vez no 11º e 12º anos, novamente nos anos 21 e 22, em seguida nos anos 31 e 32, e assim por diante.

Desse modo, fica claro que o fluxo de caixa livre após o ano horizonte não será uma perfeita perpetuidade crescente. Será necessário calcular o equivalente a esse fluxo de caixa em termos de uma perpetuidade crescente. Inicialmente, será calculado o valor atual do fluxo de caixa líquido projetado no ano horizonte repetido uniformemente para os anos seguintes, descontando-se os dispêndios de capital, mas sem taxa de crescimento. A razão para não se considerar a taxa de crescimento no cálculo do fluxo de caixa livre equivalente no ano horizonte é o fato de a fórmula do cálculo do valor horizonte dado pela expressão (12), acima, assumir, uma vez calculado o P_h , a aplicação da taxa de crescimento g . Desse modo, não deverá haver “dupla contagem” da taxa de crescimento. O valor atual será calculado para o fluxo de caixa livre no tempo que corresponde à vida útil dos ativos mais significativos em termos de valor, já que após esse tempo, a situação se repete por um novo tempo de vida útil. Caso haja ativos com diferentes prazos de vida útil, o valor atual

deve ser calculado para o fluxo de caixa livre num tempo igual ao mínimo múltiplo comum dos tempos de vida útil dos ativos mais significativos. Uma vez calculado o valor atual do fluxo de caixa livre, será calculado o seu equivalente em parcelas uniformes, cujo valor corresponderá ao fluxo de caixa livre no ano horizonte P_h .

O procedimento, portanto, começou pelo cálculo do fluxo de caixa líquido projetado no ano horizonte, repetido uniformemente para uma quantidade de anos seguintes, equivalente à vida útil dos principais ativos, descontado os dispêndios de capital resultante da reposição de ativos ao fim de sua vida útil, que corresponde, nesses anos após o ano horizonte, ao fluxo de caixa livre. Para esse fluxo de caixa livre, calculou-se o valor atual líquido para o ano horizonte. No Excel®, usou-se a função financeira =VPL (custo do capital; valores) [para quem tem o aplicativo com comandos em inglês, a função será =NPV (rate; values)]. O valor obtido foi $VAL_{(11\%-20\%)} = R\$ 9.101,7$ mil. Em seguida, foi calculado o valor de uma série uniforme de pagamentos, na mesma quantidade de anos seguintes, equivalente ao valor atual líquido no ano horizonte. Para tanto, usou-se, no mesmo aplicativo, a função: =PGTO (taxa;nº de períodos;valor atual líquido; tipo), onde a **taxa** é o custo do capital, o **número de períodos** é a quantidade de períodos após o ano horizonte correspondente à vida útil dos ativos mais significativos e, como **tipo**, usou-se 0 (zero), ou seja, final do último período para o qual foi projetado o fluxo de caixa líquido do projeto. Para quem tem o aplicativo com comandos em inglês, a função será =PMT(...). O valor obtido foi R\$ 2.320 mil. Esse resultado será submetido ao crescimento de um período, isto é, ele será multiplicado por $(1+g)$ no cálculo do valor de horizonte.

No exemplo deste trabalho, tem-se a situação mostrada no quadro 24, ao lado.

Quadro 24: Cálculo da parcela inicial do fluxo de caixa livre

em R\$ mil	10º ano	11º ano	12º ano	13º ano	14º ano	15º ano	16º ano	17º ano	18º ano	19º ano	20º ano	VAL _(11º-20º)
Fl. caixa líquido após tributos repetido após horizonte	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	
Dispêndios de capital (reposição de ativos)		(8.980)	(5.300)									
Fluxo de caixa livre real		(3.876)	(196)	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	9.101,7
Parcelas uniformes equivalentes ao VAL = P _h	2.320											

Uma vez calculado o valor inicial do fluxo de caixa livre no ano horizonte, em termos de valores uniformes, pode-se aplicar a expressão (12) para calcular o valor horizonte do projeto.

O valor horizonte é o valor que se calcula que o investidor pagaria pela perpetuidade no ano horizonte. Portanto, esse valor é acrescentado aos fluxos de caixa no ano horizonte. Sua contribuição ao valor atual do projeto é seu equivalente em valor atual, que será dado pela expressão:

$$\text{Valor}_{\text{ atual do valor - horizonte}} = P_h \times \frac{\left[\frac{1+g}{i-g} \right]}{(1+i)^h} \quad (14).$$

Essa última operação, no entanto, ocorrerá no conjunto do cálculo do valor atual do fluxo de caixa líquido do projeto, e não isoladamente.

Apêndice B: Análise de Opções Reais

Boer⁵⁹ descreve um algoritmo que usa o modelo Black-Scholes, sem demonstrar o seu uso. Esse cálculo se baseia em modelos desenvolvidos para atribuir preços a opções financeiras, desenvolvidos por três economistas do MIT laureados com o prêmio Nobel em 1997: Fisher Black, Robert Merton e Myron Scholes. Kodukula⁶⁰, por sua vez, afirma ser a equação Black-Scholes o método correto para a análise de opções reais, mas diz ser "(...) difícil explicar a dedução da equação devido à sua complexidade matemática. Isso enseja uma abordagem do tipo 'caixa preta', na qual se perde a visão intuitiva que respalda a aplicação". Kodukula recomenda o uso de duas técnicas: o modelo Black-Scholes e o modelo binomial de risco neutralizado. Enquanto o modelo Black-Scholes dá um valor da opção mais acurado, o modelo binomial é uma aproximação satisfatória, além de ser mais transparente para o usuário.

O cálculo do valor de opções reais de um projeto começa pela identificação dos dados de entrada, que são:

- a) valor do ativo contemplado (*underlying asset*), o valor do ganho esperado, que corresponde ao valor atual do fluxo de caixa operacional, isto é, o fluxo de caixa do projeto exceto o investimento inicial (no exemplo ilustrativo deste trabalho, R\$ 11.217 mil);
- b) em seguida, calcula-se o gasto com o investimento inicial a ser incorrido uma vez feita a opção de investir no projeto, que vem a ser o preço do exercício da opção (*strike price*). No exemplo ilustrativo, corresponde ao valor atual do investimento inicial, R\$ 10.922 mil;
- c) a taxa de juros para aplicações sem risco (ex.: juros de caderneta de poupança). Assumiu-se 6% a.a.;
- d) o prazo de opção, ou seja, o prazo de que dispõe o investidor para exercer a opção. Neste exemplo, assumiu-se que o prazo para optar é de 2 (dois) anos;
- e) definição da unidade de tempo que corresponde a um período, unidade de tempo em que serão exercidas as opções. No exemplo ilustrativo, é um ano; e
- f) fator de volatilidade, que mede a variabilidade do valor do projeto ao longo de sua vida útil e é um indicador da incerteza associada

59 BOER, F. Peter. *Technology valuation solutions*. New York: Wiley, 2004.

60 KODUKULA, Prasad. *Project valuation using real options: a practitioner's guide*. Fort Lauderdale, FL: J. Ross Publishing, 2006.

aos fluxos de caixa que dão seu valor. “Estimar o fator de volatilidade é talvez o maior desafio enfrentado por quem usa modelos de opções reais”⁶¹. Será mostrado, adiante, o cálculo do fator de volatilidade para o projeto ilustrativo da Cia. XYZ de Biocombustíveis.

O algoritmo que reproduz o modelo Black-Scholes é dado pelo quadro 25, a seguir:

Quadro 25: Algoritmo do modelo Black-Scholes

Item	Fórmula	Unidade	Valor
a) Valor do ativo contemplado	P	R\$ mil	11.217
b) Preço de exercício	X	R\$ mil	10.922
c) Taxa de juros livre de risco (poupança)	r	% a.a.	6 %
d) Prazo para exercer a opção (anos)	t	e) anos	2,00
Fator de desconto	$(1+r)^t$		1,1236
Raiz quadrada do tempo	$t^{0.5}$		1,41
Valor atual do preço de exercício	PV(X)	R\$ mil	9.720
Razão do valor do ganho/VA Preço de exercício	$Y = P / PV(X)$		1,1540
Logaritmo natural da razão	$\ln(Y)$		0,1432
e) Fator de volatilidade	σ		0,896
Fator de risco	$Z = \sigma * t^{0.5}$		1,267
Fator Black-Scholes D1	$D1 = \ln(Y) / Z + 0.5Z$		0,7466
Fator Black-Scholes D2	$D2 = D1 - Z$		-0,5205
Distribuição normal de D1	$N(D1)$		0,7723
Distribuição normal de D2	$N(D2)$		0,3014
Valor relativo da opção	$W = N(D1) - N(D2) / Y$		51,12%
Valor da opção	$W * P$	R\$ mil	5.734

No quadro 25, as células claras (a, b, c, d, f) mostram os cinco dados de entrada mencionados acima. O símbolo \wedge nesse quadro significa potência. O valor da opção, R\$ 5.734 mil, como esperado, é maior do que o valor de R\$ 931 mil, calculado caso não se considerasse esse direito de postergar a decisão, na análise do fluxo de caixa descontado.

Faltou demonstrar o cálculo do fator de volatilidade σ , o que será feito a seguir. A volatilidade é uma variável independente importante no cál-

61 Idem.

culo do valor da opção e seu impacto no cálculo do valor de opções reais é sensível. A volatilidade mede a variabilidade do valor do projeto ao longo de sua vida útil e indica a incerteza associada aos fluxos de caixa que determinam seu valor.

O fator de volatilidade (σ) usado no modelo de opções é, na realidade, o desvio padrão dos logaritmos neperianos dos ganhos de fluxo de caixa, em que o ganho para um dado período é a razão do fluxo de caixa nesse período para o do período precedente. O fator de volatilidade é calculado como função do risco e incerteza associado a diversos parâmetros técnicos que, como visto anteriormente, são as variáveis independentes do projeto. No exemplo ilustrativo deste livro, o preço do etanol, a produtividade em litros de etanol por tonelada de bagaço de cana processado e o volume de bagaço de cana processado são os três parâmetros críticos do projeto. A maneira de combinar os riscos dessas variáveis para obter o risco e incerteza agregada do projeto, no exemplo, pela análise do fluxo de caixa descontado, foi aplicar a simulação de Monte Carlo. Naquela simulação, foram gerados, aleatoriamente, valores para cada parâmetro técnico em mil iterações sucessivas. Para obter o fator de volatilidade, a simulação de Monte Carlo será diferente da anteriormente feita, em que, para uma dada iteração, o parâmetro aplicado era o mesmo para todos os períodos da projeção de fluxo de caixa. Nessa nova simulação, um valor diferente para os três parâmetros críticos é gerado para cada período em cada iteração, já que o fator de volatilidade é uma medida da variabilidade ao longo da vida útil do projeto.

Quadro 26: Nova simulação para os três parâmetros críticos

Iteração n°	Simulação: fluxo de caixa operacional									
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
1	58	158	2.041	4.081	5.159	3.302	5.234	5.374	4.546	19.727
2	58	576	2.193	2.524	2.936	3.737	5.042	5.312	4.982	19.321
3	58	492	2.369	2.540	3.839	3.308	4.284	6.055	5.495	28.246
4	58	371	2.244	1.825	4.219	4.899	2.986	5.153	4.321	11.518
5	58	366	2.240	1.987	5.664	5.250	4.151	3.779	5.873	10.714
6	58	402	2.317	2.277	3.777	4.180	4.963	5.668	4.912	23.536
7	58	762	2.074	2.882	3.272	2.800	4.785	3.826	4.155	(61.192)
8	58	551	1.887	2.858	3.271	6.532	5.273	3.347	4.384	15.564

•
•
•

992	58	368	1.964	2.622	3.977	4.798	4.616	3.635	4.122	4.036
993	58	292	1.803	2.986	4.492	5.290	5.527	4.663	4.480	14.331
994	58	390	2.432	2.491	3.133	3.034	4.676	2.285	4.879	(28.357)
995	58	455	3.035	2.277	3.910	4.006	5.377	4.737	4.418	17.541
996	58	296	2.469	2.345	3.226	4.346	2.728	4.574	5.086	43.591
997	58	647	1.904	3.448	4.714	4.611	4.729	5.841	4.703	17.126
998	58	451	2.050	3.279	3.944	4.293	4.744	5.416	5.534	13.453
999	58	570	2.439	2.300	3.791	4.200	4.634	6.147	4.926	14.054
1000	58	448	2.191	3.468	4.622	4.224	4.350	3.955	5.919	17.824

Nota: convém configurar a planilha para executar o cálculo apenas mediante comando manual (no Excel, no menu Ferramentas, clicar em Oções; em seguida, na aba em que consta “Cálculo” e marcar “Manual”), para que, ao longo do uso dos quadros da planilha Excel, o aplicativo não efetue, automaticamente, nova simulação, gerando novos números aleatórios e, com isso, resultados incoerentes ao longo de seu uso. Além disso, tendo em vista o alto volume de operações envolvidas, o recálculo freqüente pode tornar o uso do computador lento, dependendo do sistema de que se disponha.

No quadro 26, é mostrada uma nova simulação em que, para cada ano, foi aplicado, ao valor do caso-base, um valor gerado aleatoriamente para cada uma das três variáveis críticas, em mil iterações sucessivas. A limitação às três variáveis críticas deve-se ao fato de que os demais parâmetros, como mostrado na análise de sensibilidade, pouco afetam, além do fato de que, considerando que agora são gerados valores aleatórios diferentes para cada ano, a simulação ficaria demasiadamente lenta. O cálculo do valor do parâmetro para cada ano, que resultará no fluxo de caixa de cada iteração do quadro 26 é obtido, no Excel, por meio da função $=\text{PAR}*\text{INV.NORM}(\text{ALEATORIO}();1;\sigma)$, onde PAR corresponde ao valor do parâmetro crítico para o caso-base no período e σ é o desvio padrão do parâmetro crítico (veja análise de risco). Para quem tem o aplicativo com comandos em inglês, essa mesma função será $=\text{PAR}*\text{NORMINV}(\text{RAND}();1;\sigma)$. O leitor que vier a verificar os cálculos aqui mostrados poderá obter resultados diferentes para os mesmos dados de entrada, uma vez que a simulação envolve valores gerados aleatoriamente e que, por essa razão, dificilmente se repetem identicamente.

Obs.: o alto valor negativo que aparece no ano 10 da sétima e 994ª iterações se deve ao alto índice de crescimento g do fluxo de caixa líquido que resultou da geração de valores aleatórios diferentes para os períodos sucessivos, o que, por sua vez, resultou em alto valor de horizonte nessa iteração. Além disso, esse mesmo valor de horizonte ficou negativo por ter o denominador da expressão (12) (ver Apêndice A) ficado negativo, porque $g > i$. Esse “ponto fora da curva”, no entanto, se dilui em meio às mil iterações. Note-se que, no quadro 27, por sua vez, esses valores negativos do quadro 26 serão descartados pela função usada.

Em seguida, serão calculados os logaritmos naturais dos ganhos de fluxo de caixa de cada iteração. O ganho de fluxo de caixa para um dado pe-

ríodo, como mencionado acima, é a razão do fluxo de caixa do período para o fluxo de caixa do período precedente. Em seguida, calcula-se a volatilidade de cada iteração, que, como dito anteriormente, vem a ser o desvio padrão dos logaritmos neperianos dos ganhos de fluxo de caixa ao longo da projeção do fluxo de caixa.

No quadro 27, o valor do logaritmo neperiano do ganho de fluxo de caixa do segundo período para a primeira iteração é dado, no Excel, na célula N3, pela função `=SE(C3/B3>0;LN(C3/B3);"")`, onde B3 é a célula que contém o fluxo de caixa do ano 1 da primeira iteração no quadro 26 e C3 é o fluxo de caixa obtido para o ano 2 na mesma iteração. Para quem tem o aplicativo com comandos em inglês, essa mesma função será `=IF(C3/B3>0;LN(C3/B3);"")`. O valor da volatilidade para a primeira iteração, dada na última coluna à direita no quadro 27 é obtido no Excel, por meio da função `=DESVPAD(N3:V3)`. Para quem tem o aplicativo com comandos em inglês, essa mesma função será `=STDEV(N3:V3)`.

Uma verificação dos cálculos do quadro 27 poderá revelar diferenças de aproximação. Os dados do quadro 26 foram gerados aleatoriamente e arredondados para R\$ mil, enquanto a planilha eletrônica fez os cálculos do quadro 27 diretamente a partir dos dados gerados.

Quadro 27: Estimativa do fator de volatilidade pelo logaritmo do ganho de fluxo de caixa

Iteração n°	Logaritmos neperianos dos ganhos de fluxo de caixa em cada período, nas mil iterações									Volatilidade desv.padr
	LN ganho1	LN ganho2	LN ganho3	LN ganho4	LN ganho5	LN ganho6	LN ganho7	LN ganho8	LN ganho9	
1	1,0088588	2,5587348	0,6928709	0,2344817	-0,446044	0,4604451	0,026401	-0,167219	1,4677032	0,9293227
2	2,3022745	1,3371202	0,1406742	0,1512088	0,2413678	0,2992911	0,0522995	-0,064119	1,355286	0,8189043
3	2,1453982	1,5714175	0,0694364	0,413242	-0,148864	0,2585403	0,3458703	-0,096892	1,6370444	0,8574029
4	1,8637569	1,7987015	-0,206856	0,8381236	0,1495799	-0,495114	0,5456537	-0,176049	0,980364	0,8582372
5	1,847957	1,8127434	-0,119838	1,0475447	-0,075935	-0,234947	-0,093948	0,4410836	0,6011591	0,8218941
6	1,9436198	1,7506775	-0,017358	0,5062315	0,1014443	0,1716124	0,1328301	-0,143226	1,5669352	0,8377982
7	2,582935	1,0006547	0,329234	0,126922	-0,155886	0,5359436	-0,223751	0,0825905		0,9163157
8	2,2576681	1,2315641	0,4151375	0,1348767	0,6916724	-0,214026	-0,454699	0,270067	1,2669141	0,8463086

•

•

•

992	1,8548763	1,6744947	0,2886114	0,4169029	0,1875818	-0,038625	-0,239085	0,1257332	-0,020977	0,7587168
993	1,6226891	1,8212035	0,5041246	0,4085174	0,1634585	0,0439047	-0,169999	-0,039971	1,1627371	0,7416638
994	1,9136772	1,8292443	0,0241955	0,2292085	-0,032049	0,4324556	-0,716319	0,7587852		0,9161269
995	2,067089	1,8974483	-0,28731	0,5404409	0,0243927	0,2942145	-0,12659	-0,069807	1,3789026	0,9099031
996	1,6384623	2,1195661	-0,051472	0,3190019	0,2980308	-0,465873	0,5168381	0,106189	2,1483367	0,9745765
997	2,418313	1,0798744	0,5939107	0,3125818	-0,022039	0,0252602	0,211311	-0,216885	1,2925051	0,8385054
998	2,0577843	1,5140945	0,4698725	0,1847621	0,084758	0,0998669	0,1324672	0,021452	0,8883444	0,7332971
999	2,2915523	1,4543814	-0,058805	0,4997723	0,1024328	0,0983562	0,2824909	-0,221456	1,0484247	0,829928
1000	2,0517566	1,5868535	0,459139	0,2872354	-0,09	0,0294141	-0,095145	0,4032128	1,1023328	0,7715767

Em seguida, calcula-se a volatilidade média das mil iterações da simulação:

$$\frac{\sum_{j=1}^{1000} \text{desvio_padrão}_j}{1000} = 0,896$$

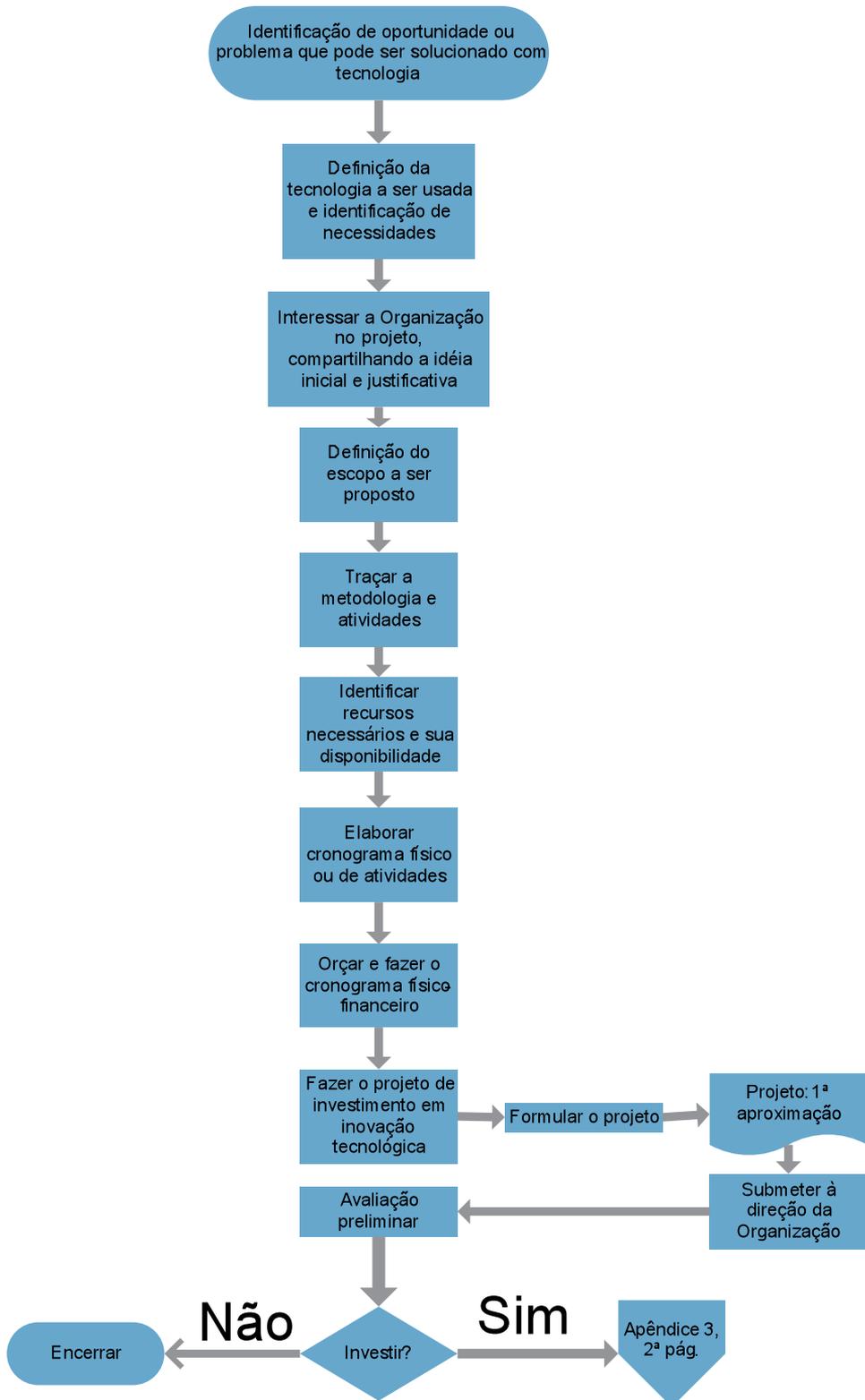
Os resultados obtidos a partir dessa nova simulação são resumidos no quadro 28 e o valor da volatilidade média corresponde ao fator de volatilidade usado no algoritmo do quadro 25.

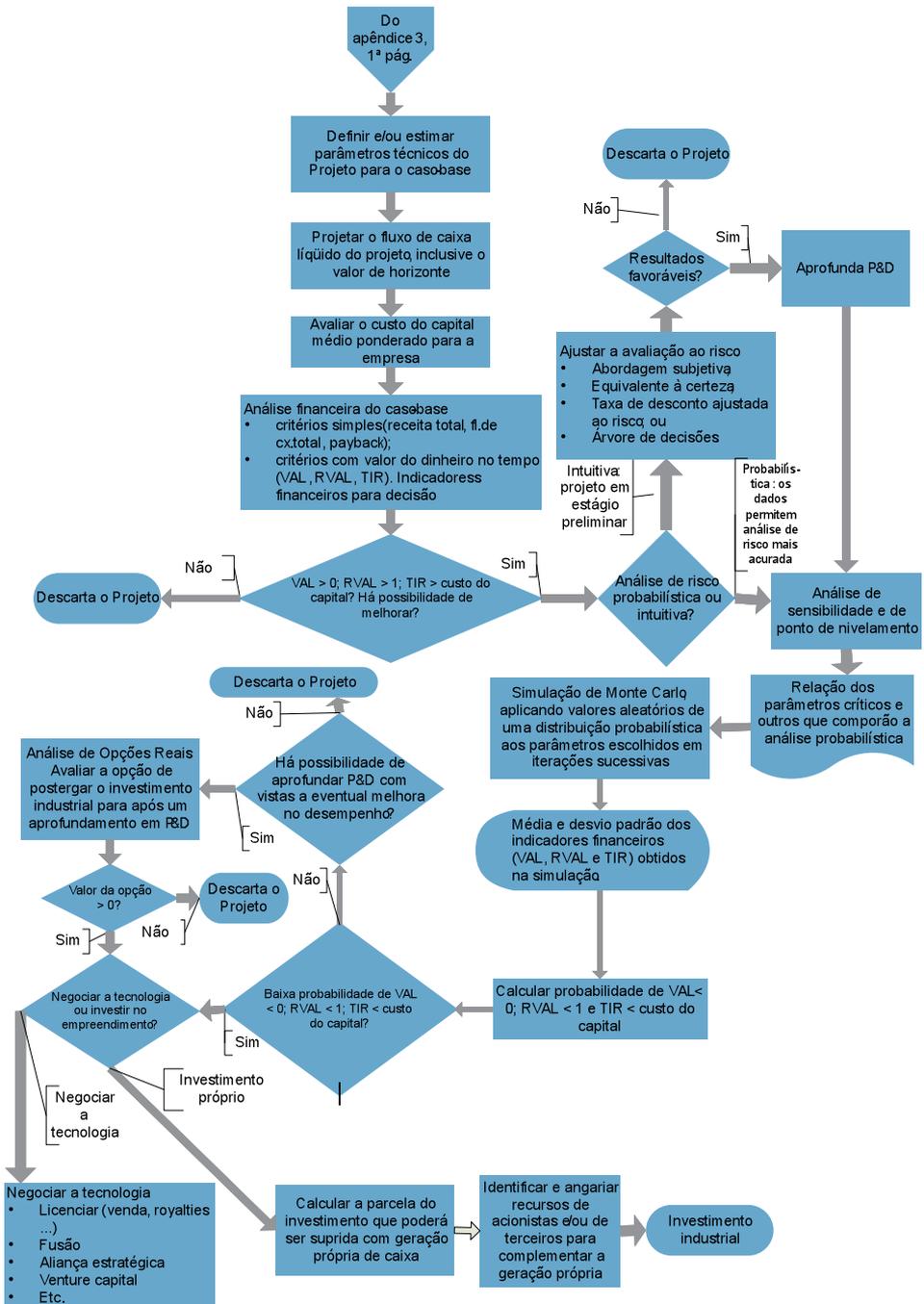
Quadro 28: Fator de volatilidade

Resultados	
Volatilidade média	0,896
Desvio padrão da volatilidade	0,131
Máx.	2,019
Min.	0,442

O fator de volatilidade $\sigma = 0,896$ (ou 89,6%) é usado no algoritmo Black-Scholes (quadro 25), o qual, por sua vez, resultou em R\$ 5.734 mil para o valor da opção.

Apêndice C: Planejamento e formulação do Projeto







REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRIVATE EQUITY E VENTURE CAPITAL – ABVCAP. **Site**. Disponível em: <<http://www.abvcap.com.br/Upload/Arquivo/overview%20-%20Cenário%20atual.pdf>>. Acesso em: mar. 2008.

BARISH, Norman N. **Economic analysis for engineering and managerial decision making**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1962.

BEHRENS, W.; HAWRANEK, P. M. **Manual for, the preparation of industrial feasibility studies**. Vienna: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 1991.

BNDES. **Site**. Disponível em: <www.bndes.gov.br>. Acesso em: 4 fev. 2008.

_____. **Site**. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/inovacao/default.asp>>. Acesso em: maio 2008.

_____. **Programa Criatec**. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/programas/outros/criatec.asp>>. Acesso em: mar. 2008.

BOER, F. Peter. **Technology valuation solutions**. New York: Wiley, 2004.

_____. **The valuation of technology: business and financial issues in R&D**. New York: Wiley, 1999.

_____. **The valuation of technology: business and financial issues in R&D**. New York: Wiley, 1999.

BOVESPA. **Como e por que tornar-se uma companhia aberta**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/pdf/guiaaber.pdf>>. Acesso em: mar. 2008.

_____. **Site**. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/Principal.asp>>. Acesso em: mar. 2008.

BRASIL. ICP Infra-estrutura de Chaves Públicas Brasileira. **Site**. Disponível em: <<https://www.icpbrasil.gov.br/apresentacao>>. Acesso em: maio 2008.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 10.973, de 2/12/2004: Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Brasília, **Diário Oficial da União**, 3 dez. 2004.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. **Desenvolvimento de estrutura institucional para a criação e o desenvolvimento de**

empresas de base tecnológica no Brasil. Disponível em: <http://www.venturecapital.gov.br/vcn/oquee_Pi.asp>. Acesso em: mar. 2008.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. **Inovar Semente.** Disponível em: <http://www.venturecapital.gov.br/vcn/inovar_semente_Pi.asp>. Acesso em: mar. 2008.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. **FINEP apresenta Programa Primeira Empresa Inovadora (Prime)** Disponível em: <http://www.finep.gov.br/imprensa/noticia.asp?cod_noticia=1466>. Acesso em: abr. 2008.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. **Programa Juro Zero.** Disponível em: <http://www.jurozero.finep.gov.br/jurozero_prod/autenticar.do>. Acesso em: maio 2008.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. **Seleção pública MCT/FINEP/FNDCT:** subvenção econômica à inovação: 01/2008. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/subvencao_economica/subvencao_economica_editais.asp?codFundo=24>. Acesso em: maio 2008.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira.** 3ª ed. São Paulo Harbra, 1987. p. 445.

HOFSTRAND, D.; HOLZ-CLAUDE, M. **What is a feasibility study?** Iowa, USA: Iowa State University, [2006].

KODUKULA, Prasad. **Project valuation using real options: a practitioner's guide.** Fort Lauderdale, FL: J. Ross Publishing, 2006.
Kodukula, Prasad, ib.

KODUKULA, Prasad. **Project valuation using real options: a practitioner's guide.** Fort Lauderdale, FL: J. Ross Publishing, 2006.

KODUKULA, Prasad. **Project valuation using real options: a practitioner's guide.** Fort Lauderdale, FL: J. Ross Publishing, 2006.

MINARDI, Andrea. Teoria de opções aplicada a projetos de investidores. **IBMEC São Paulo News**, São Paulo, ano 1, ed. 3, out./nov. 2004. Disponível em: <http://arquivos.ibmecsp.edu.br/Hotsite/newsletter/edicao03/noticia_02.asp>. Acesso em: mar. 2008.

MUN, Johnathan. **Modeling risk:** applying Monte Carlo simulation, real option analysis, forecasting, and optimization techniques. New York: Wiley, USA, 2006.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, Division of Science Resources Statistics. **Federal funds for research and development: fiscal years 2004–06**. Arlington, VA, 2007.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO – OCDE; FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. **Manual de Oslo**: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. Brasília, [2005].

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. **A guide to the project management body of knowledge**. 3 th. Ed. Newtown Square, 2004.

PUCCINI, Abelardo de Lima. **Matemática financeira**: objetiva e aplicada. 7ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

THOMSON, A. **Entrepreneurship and business innovation**: the art of successful business start-ups and business planning. Perth, Australia: , Murdoch Business School, 2005.

USA SMALL BUSINESS ADMINISTRATION. **Site**. Disponível em: <<http://www.sba.gov/SBIR/indexsbir-sttr.html>>. Acesso em: mar. 2008.

WEISZ, Joel. **Mecanismos de apoio à inovação tecnológica**. 3ª ed. Brasília: SENAI/DN, 2006.

ÍNDICE REMISSIVO

A

agência de fomento 23, 46
 agências de fomento 24, 35, 38,
 127, 140
 alternativas gerenciais 111
 amortização 42, 62, 63, 119, 137,
 141, 151, 155
 amostras 101, 103
 análise de sensibilidade 84, 85, 88,
 89, 90, 93, 95, 96, 101, 103, 162
 análise do fluxo de caixa descontado
 111, 114, 115, 159, 160
 antes dos tributos 57, 61, 64, 75, 92
 após tributos 59, 62, 64, 69, 71, 73,
 75, 76, 77, 91, 92, 93, 94, 95, 106,
 123, 162
 árvore de decisões 50, 82, 83, 84
 ativo contemplado 114, 115, 158,
 159
 ativos intangíveis 63, 144
 avaliação subjetiva 82

B

benefícios intrínsecos 38, 39
 bom senso 31, 36

C

capital de risco 118, 126, 127, 129,
 130, 133, 147
 caso-base 79, 87
 ciclos tecnológicos 65

crescimento 21, 68, 69, 70, 88, 128,
 132, 152, 153, 155, 156, 162
 critério de fim de período 60
 critérios econômicos 57, 70, 97
 cronograma físico 36, 41, 43, 44, 46,
 49, 60, 142, 143
 cronograma físico-financeiro 36, 41,
 43, 46, 142, 143
 custo de capital 72, 76, 93, 111, 153
 custo de oportunidade do capital
 73, 74, 79
 custo do capital 67, 69, 72, 73, 74,
 75, 77, 79, 82, 86, 90, 91, 92, 93, 94,
 111, 152, 153, 156

D

decisão 21, 25, 29, 33, 34, 36, 38, 45,
 46, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 68, 70,
 72, 76, 77, 81, 82, 84, 85, 96, 97, 103,
 109, 110, 111, 112, 113, 115, 123,
 126, 129, 159
 decisão de investir 21, 25, 33, 36, 81,
 82, 110, 112, 113, 115, 129
 definição 21, 23, 26, 26, 33, 37, 50,
 66, 70, 143, 158
 depreciação 59, 62, 63, 66, 68, 106,
 120, 151, 152, 155
 despesa 24, 59, 61, 62, 70, 86, 87,
 88, 106, 119, 121, 151
 desvio padrão 85, 96, 97, 99, 100,
 101, 102, 103, 107, 109, 115, 160,
 162, 163, 165

determinística 26, 31, 32, 55, 73, 93

difusão tecnológica 29, 33

dispêndios de capital 69, 77, 155,
156, 157

distribuição probabilística 80, 98,
99, 100, 101, 102, 103, 108

E

empreendedores 124, 127, 128, 132,
134, 135

empresas de base tecnológica 122,
127

Engenharia básica 51, 54

esperança matemática 84

estocástica 31, 32, 43, 45

estratégica 37, 42, 51, 67, 117, 122,
123, 125, 126, 127, 140

estudo de viabilidade 34, 36, 54, 55,
40, 41, 47, 50, 51, 52, 66, 67, 70, 84,
110, 132, 133

expectativa de ganhos 29, 30, 46,
47, 49, 52, 53, 142

externalidades 38, 39, 142

F

Fator de volatilidade 158, 159, 160,
164, 165

FINEP 118, 127, 128, 131, 132, 135,
136, 137, 138, 139, 140, 141, 142,
143, 144

fluxo de caixa 26, 30, 31, 41, 46, 55,
56, 57, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67,
68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77,
78, 79, 85, 92, 94, 103, 106, 107, 110,
111, 112, 115, 114, 117, 119, 120,
121, 122, 141, 151, 152, 153, 155,
156, 157, 158, 160, 161, 162, 163,
164

fluxo de caixa descontado 57, 85,
103, 111, 114, 115, 159, 160

fluxo de caixa livre 69, 152, 153,
155, 156, 157

fluxo de caixa operacional 114, 115,
119, 120, 152, 158, 161

formulários 35, 142, 144, 146

função de utilidade 109

fundos 64, 118, 119, 124, 125, 126,
127, 128, 129, 131, 132, 133, 139,
147

G

ganho de escala 41, 44, 52, 81, 91

H

horizonte 59, 65, 66, 67, 68, 69, 70,
71, 75, 106, 119, 121, 151, 152, 153,
154, 155, 156, 162

I

ICT 11, 117, 133, 134, 138, 139, 141,
146, 147

incertezas e riscos 53, 73
 indicadores de decisão 57, 70, 84, 85, 97
 indicadores de desempenho 73, 78, 79, 80, 82, 85, 102, 103, 107, 108, 109
 indicadores de desempenho financeiro 72, 73, 80, 97, 103
 ineditismo 32
 inflação 57, 74, 136
 inovação 23, 25, 32, 40, 57, 66, 128, 133, 134, 137, 140, 144, 146
 inovação tecnológica 23, 24, 25, 26, 29, 33, 34, 36, 37, 40, 46, 47, 49, 51, 55, 56, 57, 60, 61, 71, 75, 79, 80, 96, 97, 110, 114, 115, 127, 136, 137, 143, 145, 146, 147
 inovações incrementais 33
 instante inicial 30, 60, 75
 investimento industrial 33, 40, 49, 50, 51, 55, 80, 113, 114, 117, 140, 143
 iterações 77, 102, 103, 104, 107, 108, 109, 110, 160, 162, 164, 165

L

limites de confiança 98, 99, 109
 liquidação do empreendimento 67, 68
 liquidação do negócio 66, 151

longo prazo 23, 67, 117, 120, 129, 144, 147
 lucro líquido 59, 62, 63, 64, 106, 120
 lucro tributável 62

M

máquinas e equipamentos 128
 marcos indicativos de progresso 43
 margem de erro 45, 51, 54, 55, 80
 mercado de opções 114
 moeda constante 73, 74

N

necessidades de recursos 118
 negociação 21, 34, 111, 122, 139
 nível de confiança 45, 55, 80, 100, 101, 110
 números aleatórios 103, 108, 162

P

parâmetros técnicos 33, 51, 57, 60, 73, 76, 80, 89, 115, 160
 patentes 41, 42, 45, 128
 pay-back 56, 71, 78
 pequenas e médias empresas 31, 33, 82, 125, 127, 147
 Perfil de investimento 54
 período pré-produção 71
 perpetuidade 68, 69, 151, 152, 153, 154, 157

planejamento empresarial 70
 plano de negócio 26, 131, 133, 135
 preço de exercício 114, 115, 159
 pré-investimento 33, 143
 pré-produção 71, 76, 77
 pré-viabilidade 54
 previsão 24, 33, 45, 46, 54, 55, 56, 57, 68, 73, 79, 80, 102, 118, 119, 120
 probabilidade 32, 34, 80, 82, 83, 84, 85, 96, 98, 99, 100, 101, 103, 108, 109,
 112, 115, 124
 probabilidades subjetivas 102
 projeto conceitual 50
 projeto dominante 65

Q

quantidade de períodos 65, 156

R

Receita 32, 56, 69, 70, 78, 80, 99, 117, 119, 128, 152
 risco 29, 30, 32, 35, 45, 46, 52, 53, 56, 57, 73, 74, 80, 81, 82, 85, 89, 90, 96,
 97, 98, 99, 100, 101, 102, 107, 109, 110, 111, 112, 115, 117, 118, 123, 124,
 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 145, 146, 147, 158, 159, 160, 162
 Risco e Incerteza 25, 26, 43, 54, 56, 57, 79, 80, 81, 84, 89, 96, 111, 124, 160
 risco tecnológico 30, 53, 111, 145
 rodas de negócio 127
 roteiros 35, 142
 royalties 111, 122
 ruptura tecnológica 24

T

tamanho 70, 75, 101
 taxa de desconto 9, 74, 75, 77, 79, 82, 86, 91, 93, 94, 95, 112
 taxa mínima de atratividade 73, 74, 80, 86, 93, 94, 95, 109, 124

Tempo de retorno 70, 71, 78

tempo zero 30, 60, 74, 75, 76

U

unidade-piloto 52, 113

V

valor atual 30, 32, 49, 52, 60, 67, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 86, 87, 88, 89, 91, 93, 94, 97, 102, 107, 110, 111, 114, 115, 123, 152, 153, 155, 156, 157, 158, 159

valor da opção 112, 113, 114, 115, 158, 159, 160, 165

valor de horizonte 65, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 121, 151, 152, 156, 162

valor do dinheiro no tempo 54, 71, 72, 79

valores atuais 30, 92, 93

vida útil 62, 63, 65, 66, 68, 71, 155, 156, 158, 160

SENAI/DN**Unidade de Inovação e Tecnologia – UNITEC**

Orlando Clapp Filho
Gerente-Executivo

Gerência de Inovação Tecnológica

Marcelo Oliveira Gaspar de Carvalho
Gerente

Maria Leila Leles Caixeta
Revisora Técnica

Mateus Simões de Freitas
Revisor Técnico

IEL/NC**Unidade de Gestão Executiva – UGE**

Júlio Cezar de Andrade Miranda
Gerente-Executivo de Operações

Gerência de Desenvolvimento Empresarial – GDE

Diana de Mello Jungmann
Gerente

Eliane Menezes dos Santos
Responsável Técnico

Gerência de Relações com o Mercado – GRM

Oto Morato Álvares
Gerente

Ana Amélia Ribeiro Barbosa
Responsável Técnico

Vitor de Lara Medina Boaventura
Apoio Técnico

SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS – SSC**Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND**

Renata Lima
Normalização

Maria Clara Costa
Produção Editorial

Joel Weisz
Autor

Denise Goulart
Revisão Gramatical

Racionalize
Projeto gráfico e diagramação



*Confederação Nacional da Indústria
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Instituto Euvaldo Lodi*

ISBN 978-85-87257-41-3



9 788587 257413 >