

6

Análise de adequação dos modelos de retorno técnico / econômico de projetos de P&D

Neste capítulo o objetivo foi identificar os principais modelos para análise de retorno técnico e econômico de projetos e suas adequações aos projetos de P&D. Foi fundamentada a mensuração de retornos tangíveis e intangíveis de projetos, notadamente os retornos econômicos que deles advêm.

O interesse pela avaliação do retorno econômico de projetos de P&D tem crescido ao longo da última década em função de mudanças na forma m que o P&D tem sido administrado, devido à crescente influência do ambiente externo e interno às instituições. Em um mercado cada vez mais competitivo e na busca por resultados tangíveis, os gestores são desafiados a demonstrar qual o retorno dos esforços e investimentos realizados em P&D. Neste sentido, ao longo desta seção, foram analisados os métodos de avaliação de retorno técnico e econômico de investimentos, tais como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Tempo do Retorno do Investimento (*Payback*), Retorno do Investimento (ROI), Opções Reais, dentre outros, sem perder de vista o alinhamento com a estratégia empresarial e o *Balanced Scorecard*⁵.

6.1

Avaliação de Projetos de P&D na Estratégia Empresarial

A missão da área de P&D nas instituições tem evoluído de uma função relativamente isolada dentro de um processo de inovação linear para uma função mais integrada em um processo paralelo de desenvolvimento de produto. O impacto desta evolução pode ser observado de diversas maneiras.

Primeiro, faz com que o P&D seja um fator estratégico por si só que deve ser alinhado aos outros componentes da estratégia corporativa. Segundo, alavanca

⁵ **Balanced Scorecard** é uma metodologia de medição e gestão de desempenho desenvolvida pelos professores da Harvard Business School, Robert Kaplan e David Norton, em 1992.

esforços no sentido de tornar o P&D não somente mais eficiente, mas também mais efetivo. E, por último, aponta para um movimento no processo de seleção de projetos, de um modelo de portfólio de projetos (construídos a partir de idéias e propostas geradas internamente e capazes de convergir com a capacidade científica da organização) para um modelo orientado pelas necessidades do mercado (percebido pelas pessoas mais próximas dos clientes). Desenha-se, assim, um P&D voltado às necessidades organizacionais. Um P&D com financiamento descentralizado e protegido. Mais focado e custeado pelas unidades de negócio, geralmente na base de projetos individuais, assim encorajando uma comunicação direta entre produtores e usuários. Incorpora-se, portanto, uma estratégia sistemática e disciplinada, que é capaz de agregar valor para o acionista e para o cliente.

O desafio para a gestão é estruturar as responsabilidades pelos custos, receitas, decisões de investimento e lucros do P&D de forma consistente com características importantes do portfólio de P&D da empresa. Dentre esses parâmetros, destacam-se o valor total relativo à vendas, lucro e nível de gastos de seus competidores; seu escopo tecnológico e geográfico; seu horizonte temporal e perfil de risco; e o índice de gastos internos sobre gastos externos com a contratação de P&D.

O fracasso da primeira geração de modelos de avaliação de desempenho de P&D pode ser atribuído à problemas de aceitação e implementação. Especificamente quando aqueles mais afetados por qualquer dos métodos e procedimentos introduzidos tiveram experiências anteriores ruins ou pouco transparentes quanto aos seus objetivos.

Nesse marco, observa-se o surgimento de modelos de mais amplo escopo (inclusive *Balanced Scorecard*, BSC) que almejam ir além da ênfase em medidas financeiras, inclusive valor para o acionista, e desenvolver métricas para mensurar para o cliente seus processos internos críticos e as tendências de crescimento e aprendizado organizacional.

Não obstante, essas perspectivas emergentes (*Economic Value Added*, *Balanced Scorecard* e *Option Pricing Theory*) proclamarem ser mais eficazes que medidas tradicionais (e.g.: *Discounted Cash Flow* e *Payback*), de uma forma geral

elas são complementares e não mutuamente exclusivas, em grande medida em função:

- 1) da perspectiva adotada para gestão interna ou para os investidores;
- 2) do ciclo de inovação da P&D (e.g.: pesquisa básica ou inserção de mercado);
- 3) da natureza da decisão (ou primordialmente voltada para criação de opções ou para gerar compromissos).

Uma conclusão é que nenhuma perspectiva individual atende a todas as circunstâncias e que a medição do P&D deve ser consistente com a forma em que o P&D é organizado, planejado e orçado, incluindo a estrutura de gestão, o processo de tomada de decisão, vínculos com as funções e a cultura do P&D dominante.

Dentre dos modelos aplicados para avaliação de retorno econômico de projetos de P&D destacou-se o **Método *Balanced Scorecard***. Além da análise financeira, outros elementos são importantes para a análise de projetos de P&D. Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1998) realizaram estudo empírico envolvendo 205 empresas para identificar as melhores práticas de gerenciamento de portfólio de projetos de P&D. Dentre as conclusões destacam-se:

- Empresas de alta *performance* baseiam-se muito menos em métodos e modelos financeiros como principal ferramenta de administração de portfólio do que as empresas medianas.
- Empresas de baixa *performance* dão muito mais ênfase às ferramentas financeiras. Por exemplo, apenas 35,9% das 20% melhores baseiam-se em modelos financeiros como método dominante, enquanto 56,4 % das empresas de baixa *performance* usam esses modelos como método dominante para administração de portfólio.

A análise dos projetos à luz da estratégia da empresa é outro elemento importante para a seleção de projetos de P&D. Deficiências de muitos processos de seleção de projetos de P&D estão associadas à sua falta de correlação com a estratégia da empresa. Por exemplo, a alocação de recursos para pesquisa exploratória em processo e produto deveria ser influenciada pela ênfase da empresa em manter, expandir ou diversificar a base de negócios no seu horizonte estratégico.

O portfólio de projetos de P&D deve suportar os planos e estratégias da empresa e de suas unidades de negócio. Assim, projetos de P&D podem ter seu

retorno econômico mensurado por meio de sua contribuição aos objetivos estratégicos da empresa de acordo com o *Balanced Scorecard* (BSC).

A incerteza associada a fluxos de caixa futuros e menor atratividade de projetos de longo prazo de execução são mais bem compreendidas tendo-se em mente o estágio de inovação correspondente ao projeto. Seis estágios de inovação podem ser mencionados:

- Pesquisa básica dirigida
- Pesquisa aplicada
- Desenvolvimento experimental
- Cabeça de série
- Lote pioneiro
- Inserção no mercado

Nos estágios iniciais de inovação, critérios de estratégia e técnicos são mais aplicáveis. Nos estágios finais, critérios financeiros e de mercado tornam-se mais importantes.

O *Balanced Scorecard* (BSC) foi descrito pela primeira vez por Robert S. Kaplan e David P. Norton em artigo publicado na Revista Harvard Business Review (1992), intitulado "*The Balanced Scorecard: measures that drive performance*". No que diz respeito à medição do desempenho em termos financeiros, o BSC incorporou os esforços de uma organização visando à melhoria de seus processos internos, a valorização do seu cliente e o aumento de sua capacidade de aprendizagem e crescimento. O termo "*Scorecard*" significa quantificar o desempenho através de indicadores e o "*Balanced*" significa que o sistema proposto leva em conta o balanceamento entre:

- Objetivos de curto prazo e de longo prazo;
- Indicadores financeiros e não-financeiros;
- Indicadores de ocorrência ou medidas de resultado e indicadores de tendência ou vetores de desempenho;
- Desempenho interno e externo.

O BSC é uma metodologia de medição de desempenho integrada com a estratégia da organização. Porém, adicionar novos indicadores aos já vários indicadores financeiros existentes pode resultar em centenas de indicadores e causar uma sobrecarga de informações nos executivos da organização. Para resolver este problema, o BSC foca quatro principais perspectivas: Financeira,

Clientes, Processos Internos e Aprendizado e Inovação. Para cada uma das perspectivas do BSC devem ser determinados os seguintes itens:

- Objetivos Estratégicos - o que a estratégia define para ser alcançado em cada perspectiva;
- Indicadores Estratégicos- como será medido o progresso em um determinado objetivo estratégico;
- Metas - qual valor deverá ser alcançado em cada indicador;
- Iniciativas - o que deverá ser feito para facilitar o alcance da meta estipulada para um determinado indicador.

Pode-se utilizar um *framework* que mapeia os estágios da criação de novos produtos através de processos de P&D (ver Tabela 14) e apura, por meio de um *survey*, as métricas mais utilizadas no P&D (ver Tabela 15).

Tabela 14: Framework para o desenvolvimento de novos produtos

Estágio 1	Avaliação da idéia
<i>Decisão 1</i>	<i>Desenvolver o Plano de Negócios?</i>
Estágio 2	Desenvolvimento de um Plano de Negócios preliminar
<i>Decisão 2</i>	<i>Desenvolver o plano de negócios detalhado e investigar técnicas e métodos?</i>
Estágio 3	Detalhamento do planejamento, investigação e desenvolvimento
<i>Decisão 3</i>	<i>Viável para testar e validar?</i>
Estágio 4	Teste e validação
<i>Decisão 4</i>	<i>Aprovar para produzir e lançar?</i>
Estágio 5	Produção e lançamento do produto
<i>Decisão 5</i>	<i>Continuar produção?</i>
Estágio 6	Suporte à produção e revisão do programa

Tabela 15: Métricas mais utilizadas de P&D

1	Gasto em P&D como percentual das vendas totais
2	Novos produtos aprovados / lançados
3	Número de projetos de P&D em andamento
4	Total de projetos de P&D ativos suportados
5	No. total de patentes solicitadas/pendentes/concedidas
6	Percentual corrente das vendas de novos produtos
7	Percentual dos recursos financeiros destinados à P&D
8	Mudança do número de funcionários de P&D
9	Percentual de recursos destinados à sustentação de produtos existentes
10	Custo médio de desenvolvimento por produto

Este framework também tem como objetivo relacionar os indicadores e métricas de P&D aos indicadores estratégicos da organização tal qual ilustrado na

Tabela 16. Nesta tabela, foram caracterizados os estágios (ou etapas) de inovação em quatro categorias, a saber:

- Pesquisa básica;
- Pesquisa aplicada;
- Protótipo e linha piloto de produção;
- Desenvolvimento comercial.

Ainda nesta tabela, na coluna Métricas no nível do departamento de P&D, os valores entre parêntesis contidos nas métricas se referem ao relacionamento com os indicadores estratégicos no nível da empresa. Por exemplo, a métrica “Valor criado na etapa de inovação 1-4”, contribui para os indicadores estratégicos: A. Retorno do capital empregado, B. Lucratividade do cliente e C. Taxa de crescimento da receita.

Tabela 16: Relacionamento entre indicadores estratégicos da empresa e indicadores da área de P&D

Objetivo estratégico	Indicadores estratégicos (nível da empresa)	Métricas no nível do departamento de P&D
Perspectiva financeira	A. Retorno do capital empregado	1. Valor criado na etapa de inovação 1-4 (A,B,C)
	B. Lucratividade do cliente	2. Valor criado na etapa de comercialização 5 e 6 (A,B,C)
	C. Taxa de crescimento da receita	
Perspectiva do cliente	D. Taxa de retenção de cliente	3. Percentual de vendas advinda de novos produtos (D,E)
	E. Participação de mercado	4. Ciclo de vida do produto no mercado (D,E,F)
	F. Aquisição de clientes (números e qualidades)	5. Satisfação do cliente com novos produtos (D,E)
Perspectiva interna do negócio	G. Lucratividade de novos produtos	6. Número de novos produtos aprovados para a etapa 5 (H)
	H. Eficiência de P&D (<i>time to market</i>)	7. Média de tempo gasto no ciclo de desenvolvimento, etapa 1-4 (H)
	I. Percentual de recursos para sustentar produtos existentes	8. Custo médio de desenvolvimento por produto, etapa 1-4 (H)
		9. Percentual de idéias de produtos aprovados para o estágio 4 (H)
	J. Outras métricas não relativas a P&D	10. Precisão na precificação e planejamento de lucros (G)
		11. Taxa de aceitação de novos produtos (G)
Perspectiva de aprendizado e crescimento	K. Retenção de empregados	12. Incidentes de segurança (H)
	L. Capacitação de empregados	13. Número de patentes obtidas (M)
	M. Taxa de cobertura de habilidades estratégicas por categoria de competência (sic)	14. Taxa de cobertura de habilidades estratégicas por categoria de competência (K,M)
	N. Métricas de satisfação de empregados (sic)	15. Competência em P&D da empresa x dos competidores (nível de inovação) (M)
	O. Pesquisa da cultura de inovação	16. Métricas de satisfação de empregados (N,O)
		17. Horas de treinamento (K,L)

INGE C. KERSSSENS, VAN DRONGELEN and JAN BILDERBEEK realizaram um *survey* em empresas holandesas de diversos setores, no âmbito do qual, dentre outras questões, buscaram entender as principais técnicas de mensurar resultados. Verificaram que as empresas utilizam critérios objetivos e subjetivos, conforme mostrado na Tabela 17.

Tabela 17: Técnicas de mensuração de resultados de P&D

Técnicas de mensuração
<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação subjetiva pelo superior • Avaliação por terceiros • Questionário / resposta verbal por clientes internos e externos • Pontuações objetivas baseados em critérios quantitativos

Para identificar e mensurar o retorno econômico de projetos de P&D pode-se buscar relacionar diretamente investimentos e retorno econômico em P&D, tanto em projetos individuais, quanto em um programa de P&D. Pode-se aplicar um sistema de medição de desempenho (*Performance Measurement System*, PMS), baseado no método de Valor Presente Líquido (VPL), separando a expressão matemática de cálculo clássico em duas partes (ver equação 1), a saber:

$$VPL = \sum_{t=1}^{t^*} t \frac{FCL(t)}{(1 + \sigma(t))^t} + \sum_{t=t^*+1}^T t \frac{FCL(t)}{(1 + \sigma(t))^t} \quad (1)$$

Na Equação 1, acima, FCL representa o fluxo de caixa líquido do projeto, $\sigma(t)$ a taxa de desconto ajustada ao risco e T o período de tempo de previsão, que pode ser interpretado como o tempo de ciclo de vida econômica do projeto de P&D. Nessa equação cada um dos somatórios representa:

- Somatório 1: Mensuração do VPL do projeto de P&D entre o início do projeto ($t=1$) até o seu término ($t=t^*$). Em geral este somatório assume um valor negativo, uma vez que contabiliza os investimentos necessários para a execução inicial do projeto.
- Somatório 2: Mensuração do VPL a partir do início da exploração dos resultados do projeto ($t=t^*+1$) até um horizonte de tempo previamente definido ($t=T$).

O primeiro termo da expressão está sob completo controle da área de P&D, enquanto a segunda parte está sob controle parcial da área de P&D. A Figura 62

ilustra como se podem classificar as métricas sob o controle completo da área de P&D e aquelas que estão sob controle parcial da área de P&D.

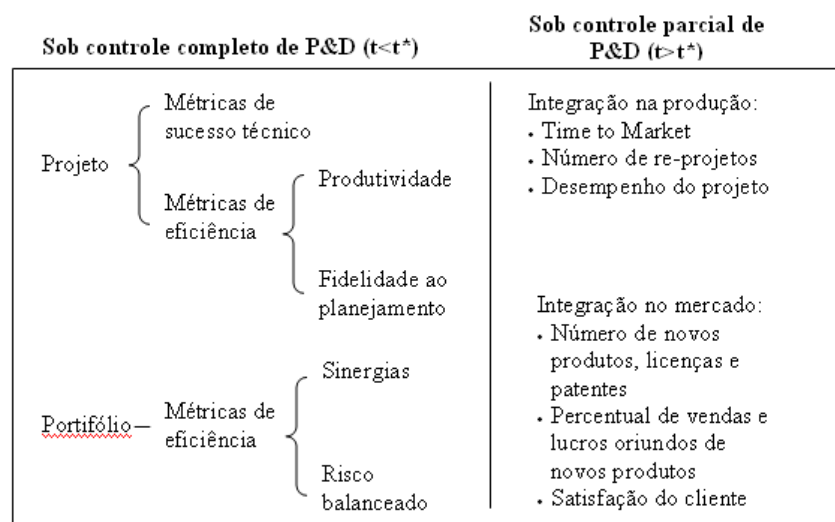


Figura 62: Métricas de desempenho do P&D

Neste modelo, as métricas sugeridas de P&D (ver Tabela 18) são categorizadas em:

- Métricas do sucesso técnico da área de P&D;
- Métricas de eficiência da área de P&D, incluindo tanto a fidelidade da execução dos projetos de P&D frente ao planejado, quanto a produtividade obtida pelos respectivos projetos.

Estas métricas podem ser comparadas, se possível, com os concorrentes identificados pela empresa, de maneira a se observar o panorama em seu setor de atuação, bem como reavaliar metas e objetivos futuros.

Tabela 18: Exemplo de métricas de sucesso de projeto

	Sucesso Técnico	Fidelidade ao planejamento	Produtividade	Integração com a produção	Integração com o mercado
Durante o andamento (marcos de projeto)	Indicadores de desempenho técnico	Tempo para conclusão	Custo até a presente data; Indicadores de produtividade		
Fim do projeto de P&D (t^*)	Indicadores de desempenho técnico	Tempo para a produção	Custos; Indicadores de produtividade		
Fim do projeto (comercial)				Tempo de chegada ao mercado; Custo de produção	Vendas e lucros gerados

6.2 Métodos de Avaliação Financeira de Projetos

Apresenta-se, a seguir, sete métodos convencionais para avaliação financeira de projetos, que fazem uso das mesmas técnicas de avaliação de investimentos de capital. São eles:

1. *Payback* (PB)
2. Valor Presente Líquido (VPL)
3. Taxa Interna de Retorno (TIR)
4. Índice de Lucratividade (IL)
5. Retorno sobre o investimento (ROI – *Return on Investment*)
6. Racionamento de Capital (RC)
7. Opções Reais (OR)

▪ Método 1: *Payback* (PB)

O *payback* é definido como o período necessário para que o investimento inicial seja recuperado. O *payback* no exemplo abaixo é de 2,33 anos.

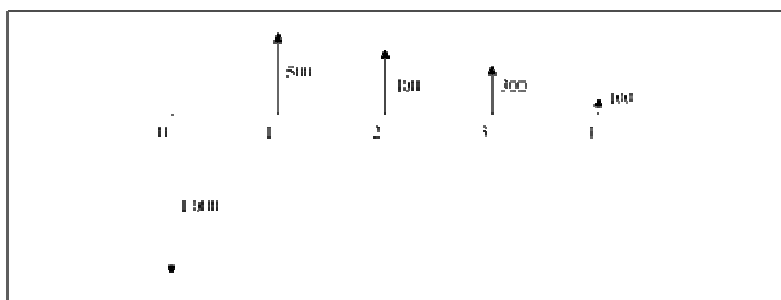


Figura 63: Fluxos de caixa e *payback*

A utilização do *payback* para a avaliação de projetos tem dois inconvenientes sérios, que podem levar a comparações incorretas entre o mérito financeiro de projetos:

- a. O método ignora os fluxos de caixa que ocorrem após o período de retorno. Assim, por exemplo, se o *payback* de um projeto é de 2,33 anos, não são consideradas receitas que ocorrem no quarto ano;
- b. O método não considera o valor do dinheiro no tempo (custo de capital), nem o custo da oportunidade. Assim, por exemplo, dois projetos que têm o mesmo *payback* parecerão igualmente atraentes, mesmo que em um deles as receitas ocorram antes do que no outro.

A empresa pode exigir que o investimento inicial seja recuperado dentro de um prazo, e calcular o *payback* para compará-lo com o prazo alvo. Caso a empresa estabeleça um limite de *payback* muito curto vai haver uma tendência a selecionar maus projetos curtos e rejeitar bons projetos longos.

Payback pode ser visto também como um indicador do risco associado ao projeto, em vez de indicador de rentabilidade. Projetos que proporcionam o retorno dos recursos investidos tendem a ser projetos de menor risco.

▪ Método 2: Valor Presente Líquido (VPL)

Neste método de avaliação financeira de projetos, os fluxos de caixa futuros são trazidos para o presente (ou seja, descontados) através de uma taxa de desconto. Os valores são então somados. A esta soma é dado o nome de fluxo de caixa descontado. O investimento inicial é então subtraído, para obtenção do valor presente líquido.

A Figura 64 ilustra um exemplo de fluxo de caixa de um projeto em que o investimento inicial necessário é de R\$1000,00, e este investimento é realizado em t=0. Em t=1, há o retorno de R\$ 500,00, em t=2, o retorno de R\$ 400,00, t=3, o retorno de R\$ 300,00 e em t=4 o retorno de R\$ 100,00.

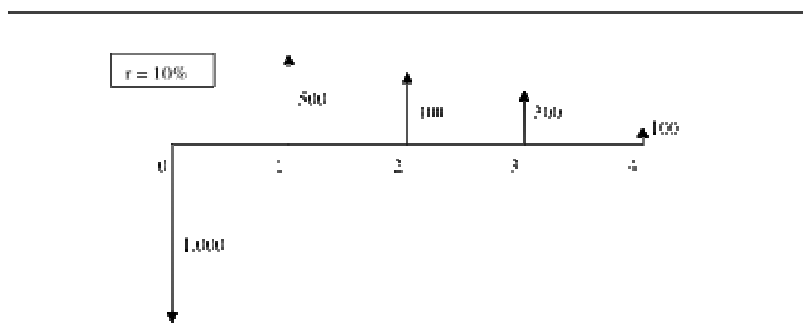


Figura 64: Fluxos de caixa e valor presente líquido

O Valor Presente Líquido de um projeto convencional pode ser calculado a partir da equação 2 (Campbell, 1997).

$$VPL = C_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots \quad (2)$$

Nessa equação, os valores C_0, C_1, C_2, \dots são os fluxos de caixa relativos aos momentos 0, 1, 2, ... e “r” a taxa de desconto. Para o exemplo da Figura 64 considerando $r=0,1$ (10%), tem-se:

$$C_0 = - \text{R\$ } 1000$$

$$C_1/(1+r) = 500 / 1,1 = \text{R\$ } 454,55$$

$$C_2/(1+r)^2 = 400 / (1,1)^2 = \text{R\$ } 330,58$$

$$C_3/(1+r)^3 = 300 / (1,1)^3 = \text{R\$ } 225,39$$

$$C_4/(1+r)^4 = 100 / (1,1)^4 = \text{R\$ } 68,30$$

Obtém-se, assim, o valor presente líquido do projeto (equação 2). Ou seja, $VPL = \text{R\$ } 78,82$.

A taxa de desconto a ser utilizada é a do custo de oportunidade do capital para o projeto em questão. Se o projeto tem o mesmo nível de risco do que os ativos da empresa, é adequado utilizar o custo de capital da empresa para descontar os fluxos de caixa. O custo de capital da empresa normalmente é calculado pelo custo médio ponderado de capital. Se o nível de risco do projeto é diferente, o custo de capital da empresa pode servir como base para o cálculo da taxa de desconto, mas esta deve ser ajustada de acordo com o risco do projeto.

A possibilidade de gerar lucros em um mercado competitivo está associada a vantagens que uma empresa tem sobre as competidoras. Assim, projetos com VPL positivo devem estar associados a vantagens competitivas. Projetos que indicam VPL positivo sem que possa ser identificada uma vantagem competitiva devem ser reavaliados.

É importante ressaltar que o modelo VPL não produz resultados satisfatórios se os fluxos de caixa não estiverem bem definidos.

▪ **Método 3: Taxa Interna de retorno (TIR)**

A Taxa Interna de Retorno é definida como a taxa de desconto que torna o VPL (Valor Presente Líquido do projeto) igual a zero. Isto significa que para encontrar a TIR de um projeto com duração de T anos é necessário determinar o valor da TIR, obtido pela equação 2:

$$VPL = C_0 + \frac{C_1}{1+TIR} + \frac{C_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{C_T}{(1+TIR)^T} = 0$$

A seleção de projetos para análise pelo método TIR pressupõe um valor de TIR (Taxa Interna de Retorno) maior que o valor referente ao custo de oportunidade do capital. O custo de oportunidade do capital é o retorno esperado, do qual se abre mão para investir no projeto. Este seria obtido se em vez de investir no projeto o capital fosse investido, por exemplo, em títulos financeiros de risco comparável. Logo podemos concluir que:

- para projetos com entradas de recursos que antecedem aos desembolsos é possível que o critério da TIR não seja aplicável;
- projetos com fluxos de caixas positivos e negativos podem admitir mais de um valor de TIR;
- para o caso de dois projetos mutuamente exclusivos em que o investimento inicial não é o mesmo, pode ocorrer que um projeto tenha maior TIR, mas menor VPL. Neste caso é importante também avaliar o VPL;
- para projetos em que a taxa de desconto varia ao longo do tempo, a avaliação da TIR pode conduzir a resultados sem significado. Isto ocorre, por exemplo, quando taxas de curto prazo são diferentes das taxas de longo prazo.

▪ **Método 4: Índice de Lucratividade (IL)**

Outra forma de avaliar projetos é por meio do índice de lucratividade (*profitability index*). O índice é obtido dividindo-se o valor presente dos fluxos de caixa futuros (utilizado também no cálculo do Valor Presente Líquido) pelo custo inicial do projeto (C_0), conforme equação 3:

$$IL = \frac{\frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots}{C_0} \quad (3)$$

Com base nesse método, um projeto é aceitável se o Índice de Lucratividade é maior do que 1, e é tão melhor quanto maior for o Índice de Lucratividade. Através desse índice é possível medir a lucratividade relativa dos projetos. O índice também dá uma idéia do risco associado ao projeto. Se o Índice

de Lucratividade for alto, mesmo que ocorra uma diminuição das receitas esperadas, ainda haverá espaço para lucratividade.

O método do Índice de Lucratividade é útil no caso de projetos mutuamente excludentes, ou seja, quando a realização de um projeto significa a não realização de outro(s). A situação está exemplificada na Tabela 20.

Tabela19: Exemplos para ilustração sobre o *Índice de Lucratividade*

Projeto	C ₀ (R\$)	VP (R\$)	VPL=VP- C ₀ (R\$)	IL=VP/ C ₀
A	1.000	1.200	200	1,2
B	500	650	150	1,3
C	500	650	150	1,3

Nota: O significado dos símbolos da tabela está apresentado a seguir:

C₀ : Investimento Inicial

VP: Valor Presente dos fluxos de caixa futuros

VPL: Valor Presente Líquido

IL: Índice de Lucratividade

Considere a situação em que três projetos são analisados para realização, cujos parâmetros de projeto são definidos na Tabela 20. Para fundamentar a priorização dos projetos, considere ainda que o investidor possua uma disponibilidade de recurso de apenas R\$ 1.000 (igual ao valor do custo inicial do Projeto A). Aplicando-se simultaneamente os métodos VPL e IL verifica-se que o projeto que apresenta maior VPL (R\$ 200 para o caso do Projeto A) não é o que apresenta a maior lucratividade (VPL = 1,2 para o Projeto A). Caberá então ao investidor tomar a decisão de investir com base no Valor Presente Líquido ou no Índice de lucratividade.

▪ **Método 5: Retorno sobre o Investimento (ROI)**

O método de Retorno sobre o investimento (ROI) é utilizado pelas empresas para avaliar o retorno de seus investimentos em determinada iniciativa que pode ser uma aquisição de um produto, a execução de um projeto, o lançamento de uma campanha de marketing, a realização de um evento, dentre outros. Genericamente, pode-se calculá-lo através da equação 4, a seguir:

$$ROI = \frac{B}{C} \times 100 \quad (4)$$

Em que: B é o benefício da iniciativa e C é o custo da iniciativa.

Nesta equação não são considerados benefícios intangíveis, como por exemplo: o prestígio político, ser um produto inovador que não existe no mercado, necessidade de atender uma determinada legislação, dentre outras questões subjetivas e não numéricas.

Quando se calcula o ROI de um produto ou projeto, deve-se considerar todo o contexto em que será executado o projeto, para quantificar seus custos e benefícios. Por exemplo, se o projeto resultar em um produto comercializável, devem ser consideradas as receitas futuras a serem geradas com vendas, bem como economias geradas no processo produtivo ou com matéria-prima, as despesas operacionais para executar o desenvolvimento, dentre outros atributos. O fato é que com o método de ROI busca calcular o custo-benefício de uma iniciativa.

▪ **Método 6: Racionamento de Capital (RC)**

Limitações orçamentárias normalmente restringem o investimento em projetos. É nessas situações que a análise do investimento por um determinado método torna-se atraente. O presente método (Racionamento de Capital) aplica-se notadamente ao caso em que os recursos disponíveis não são suficientes para realizar todos os projetos pretendidos. Nessa situação é necessário um método para maximizar os valores de VPL de cada projeto face ao volume de recursos disponíveis. Uma forma de resolver este problema é através de programação linear. A Programação Linear é uma técnica matemática utilizada para calcular o valor máximo de uma equação dentro de restrições representadas por equações lineares. No caso de projetos de investimento o problema pode ser equacionado da seguinte forma:

- Função objetivo: Soma dos VPLs dos projetos (maximizar);
- Restrições: A soma dos investimentos deve ser igual ou menor do que o capital disponível.

▪ **Método 7: Opções Reais (OR)**

O método das Opções Reais aplica-se a situações em que o investidor tem o direito, mas não a obrigação, de exercer a opção estabelecida no contrato, em uma determinada data. Por exemplo, um produtor de cinema ou teatro muitas vezes compra o direito, sem incorrer na obrigação, de utilizar a história de um livro. Bancos oferecem a clientes linhas de crédito que lhes dão o direito de tomar dinheiro emprestado sem, entretanto, que haja uma obrigação.

Os contratos de opções reais podem ser do tipo compra (*call option*) ou do tipo venda (*put option*). A opção estabelecida no contrato pode ser, por exemplo, de compra ou venda de ações.

São chamadas de opções reais as alternativas que um investidor tem quando investe na economia real, isto é, na produção de bens e serviços. As opções financeiras, por outro lado, estão relacionadas com investimentos em contratos financeiros. As principais categorias de opções reais, seguidas de exemplos, estão apresentadas a seguir:

- **Opções de expandir (ou de crescimento).** Enquadram-se nesta categoria as opções que companhias aéreas negociam com fabricantes de aviões, para que tenham o direito de comprar aviões em um momento futuro caso decidam fazê-lo. Esta opção ocorre também quando o investimento cria oportunidades de realização de outros investimentos, que de outra forma não seriam possíveis. Um caso típico é a opção de introduzir produtos complementares ou gerações sucessivas de conectores, por exemplo. É o tipo de opção mais importante para avaliação de projetos de P&D.
- **Opções de abandonar.** Quando os fluxos de caixa de um empreendimento se revelam piores do que o previsto e tornam a operação desinteressante, a empresa pode diminuir suas perdas exercendo a opção de abandoná-lo. Imóveis e máquinas, por exemplo, podem ser vendidos. O conhecimento acumulado por uma empresa de software em atividades de pesquisa e desenvolvimento, por outro lado, pode ter um valor de abandono pequeno.
- **Opções de adiar.** Uma empresa com um projeto em mãos pode, por exemplo, antes de investir em um projeto, decidir esperar mais informações sobre alguma incerteza crítica para o sucesso;
- **Opções de troca.** Esta opção corresponde à possibilidade de modificar a forma de operação do projeto, especialmente com relação ao tipo de produto e ao tipo de recursos utilizados. A possibilidade de modificação de um projeto muitas vezes é considerada no momento do investimento. Uma linha de produção que pode ser utilizada para vários modelos de postes dá à empresa a opção de ajustar a produção à demanda.

O “condicionamento mental” (*mindset*) de tratar os investimentos em projetos de P&D como uma decisão a ser tomada, para somente depois aguardar o

resultado econômico do projeto, representa uma limitação da visão do investidor. A utilização da teoria de opções reais dirige a atenção dos executores do projeto para a necessidade de ações gerenciais, para que se busque o melhor retorno dos recursos investidos. Dirige também a atenção dos investidores para a identificação do valor da flexibilidade gerencial e sua consideração no momento da avaliação dos projetos. Quando se utiliza o fluxo de caixa descontado para avaliar um projeto, existe a premissa implícita que a empresa manterá esses ativos passivamente. Tomar ações durante o desenvolvimento de um projeto, entretanto, é algo que faz todo o sentido do ponto de vista gerencial. Ter selecionado um projeto não condena a empresa a continuá-lo se as circunstâncias que levaram à sua seleção sofreram alterações, ou se surgiram imprevistos.

Uma opção, portanto, pode ser algo tão simples como a possibilidade de expandir a produção, ou de modificar fornecedores. A utilização da teoria de opções reais tem aumentado em finanças corporativas. Diferentemente das opções financeiras, elas são de comercialização difícil ou impossível, e não têm a liquidez das opções financeiras, que são negociadas em bolsa. As opções reais são oportunidades de agir em resposta a circunstâncias que mudam.

Oportunidades de investimentos em P&D podem ser vistas como opções – direitos, mas não obrigações – de tomar alguma ação no futuro. Ao decidir investir em um projeto o investidor deseja comprar a opção de colher os frutos que dele resultam. O problema de explorar uma oportunidade de investimento passa a ser tratado como o problema de otimizar o exercício de uma opção real.

A quantificação do valor de opções reais é um processo complexo. Para comparar projetos, entretanto, basta saber o valor relativo entre eles, e não há necessidade de conhecer o valor absoluto de cada um. Isto simplifica a utilização dos conceitos de opções reais para fins de seleção de projetos.

A teoria de opções reais possibilita uma avaliação menos subjetiva das oportunidades abertas pelo projeto enquanto proporciona flexibilidade gerencial na sua concepção. A avaliação das opções, entretanto, somente faz sentido quando aplicada a projetos com possibilidade de ação gerencial em função de novos eventos.

Serão avaliados dois tipos de opções reais que podem ser aplicadas para o caso de projeto de P&D. Os dois tipos são:

- **Opções de crescimento** — Os tomadores de decisão avaliam as perspectivas de o projeto criar novas alternativas de investimento capazes de proporcionar retornos econômicos de interesse;
- **Opções de troca** — Os tomadores de decisão possuem a opção de redefinir os rumos do projeto para atender especificidades definidas.

O preço de opções é usualmente calculado por meio do modelo de Black-Scholes. O modelo foi criado para opções financeiras, e adaptado para o cálculo de opções reais. O valor de uma opção real dado pelo modelo de Black-Scholes pode ser calculado por meio da equação 5:

$$V = P[N(d_1)] - Xe^{\Gamma_{RF}t} [N(d_2)] \quad (5)$$

Nesta expressão:

$$d_1 = \{\ln(P/X) + (\Gamma_{RF} + (\sigma^2/2))t\} / (\sigma t^{1/2})$$

$$d_2 = d_1 - \sigma t^{1/2}$$

Cujos significados, considerando-se projetos de P&D, são:

V = Valor da opção real

Γ_{RF} = Taxa de juros livre de risco

t = Tempo, em anos, de expiração da opção

X = Custo de implantação do projeto de exploração do resultado de P&D

P = Valor presente do projeto de exploração do resultado de P&D

σ^2 = Variância da taxa de retorno do projeto

Embora o modelo de Black-Scholes não seja utilizado para calcular o valor da opção, ele aplica-se à avaliação qualitativa do valor de opções reais. Seguem algumas considerações sobre o efeito de mudanças nas variáveis do modelo, no caso de projetos de P&D:

- **Valor presente do projeto de exploração do resultado de P&D (P)**, para opções financeiras: preço da ação: O valor da opção aumenta quando aumenta o valor presente do projeto, mas numa proporção maior. No caso de opções financeiras é fácil intuir essa relação. Se o preço de exercício de

uma opção é R\$ 60,00 e o preço da ação aumentou de R\$ 50,00 para R\$ 55,00, então as chances de lucro com a opção aumentam (quando o valor da ação passar de R\$ 60,00 a opção poderá ser exercida com lucro); o que aumenta também o seu valor. No caso de opções reais, esta variável está associada às perspectivas de sucesso na exploração do resultado de P&D. Quando aumentam as possibilidades de sucesso com a exploração do resultado de P&D aumenta também o valor da opção.

- **Custo de implantação do projeto de exploração do resultado de P&D (X)**, para opções financeiras: preço de exercício da opção: O valor da opção diminui quando aumenta o custo de implantação do projeto, mas numa proporção maior. No caso de opções financeiras é fácil intuir essa relação. Se o preço da ação é R\$ 50,00 e foram comparados opções de compra com preço de exercício de R\$ 55,00 e de R\$ 60,00, as chances de lucro com a opção que tem preço de exercício mais baixo são maiores e, portanto o seu valor é maior. No caso de opções reais, esta variável está associada ao valor do investimento necessário para implantar o projeto que vai explorar o resultado bem sucedido do projeto de P&D. Quanto maiores forem os custos para explorar o resultado do projeto de P&D (no caso de o projeto de P&D ser bem sucedido) menor é o valor da opção.
- **Tempo de expiração da opção de explorar o resultado de P&D (t)**: O valor da opção aumenta quando aumenta o tempo de expiração da opção. No caso de opções financeiras é fácil intuir essa relação. Se o preço de uma ação é R\$ 50,00 a possibilidade de lucro com uma opção de compra a R\$ 55,00 é maior se ela puder ser exercida no prazo de seis meses do que se o prazo for um mês. No caso de opções reais devem ser consideradas as possibilidades de que o exercício da opção não seja mais possível. Isto pode ocorrer, por exemplo, caso outra instituição esteja trabalhando em um projeto de P&D e obtenha uma patente. Pode ocorrer também caso termine a janela de oportunidade de lançamento do produto que está em processo de P&D. Programas que proporcionam à empresa flexibilidade temporal com relação a investimentos subseqüentes, e particularmente aqueles que proporcionam a oportunidade de realizar uma série de investimentos coordenados ao longo do tempo, devem ser preferidos àqueles associados a uma janela de oportunidade estreita.
- **Taxa de juros livre de risco (Γ_{RF})**: O principal efeito de um aumento da taxa de juros livre de risco é a redução do valor presente do preço de exercício da opção. Em conseqüência, há um aumento do valor da opção.
- **Variância da taxa de retorno do projeto de exploração do resultado de P&D (σ^2)**: O valor da opção aumenta quando aumenta a variância da taxa de retorno do projeto. No caso de opções financeiras é fácil intuir essa relação. Se o preço de uma ação é R\$ 50,00 e a sua variância é zero, a possibilidade de lucro com uma opção de compra a R\$ 55,00 seria zero, pois o preço da ação seria sempre R\$50,00. Se a variância do preço da ação fosse alta, também seria alta a probabilidade de ganho. No caso de queda do preço da ação a perda está limitada ao preço pago pela opção, que nesse caso não seria exercida. No caso de opções reais essa relação também é importante. Se as incertezas, de sucesso e de insucesso, são altas, então também será alto o valor da opção. Em caso de sucesso, haverá

benefícios a colher. Em caso de insucesso, a perda está limitada ao valor pago pela opção, que no caso de opções reais do tipo crescimento em projetos de P&D é o valor do investimento no projeto de P&D.

Pode-se considerar que o valor total de um projeto tem uma componente relativa ao fluxo de caixa descontado e uma componente relativa às opções reais.

No transcorrer do projeto as incertezas diminuem. A diminuição das incertezas faz com que diminua a importância da parte da avaliação do projeto relativa às opções reais e que aumente a importância da parte da avaliação do projeto relativa ao fluxo de caixa descontado. A equação 6 a seguir pode ser utilizada para cálculo do valor total do projeto.

$$VTP = VPL + V \quad (6)$$

Nesta expressão:

VTP é o valor total do projeto

VPL é o valor presente líquido do projeto

V é o valor da opção, calculada na equação 6.

A avaliação do projeto por meio do fluxo de caixa descontado é um caso particular da avaliação por opções reais, quando as probabilidades associadas aos benefícios e custos não são consideradas.

Quando a incerteza é pequena, os multiplicadores de benefícios e de opções na equação acima se aproximam de um. A equação de opções fica igual à do valor presente líquido (VPL), indicando que o valor presente líquido é apenas um caso especial da análise de opções, quando não há incerteza.

Assim idealmente a avaliação de um projeto deve levar em conta as opções reais, que diminuem à medida que são reduzidas as incertezas do projeto.

6.3

Identificação de Pontos Críticos e Tratamento de Incertezas

A compreensão da essência dos projetos é fundamental para a sua correta avaliação. O avaliador deve aprofundar sua compreensão dos projetos na medida correspondente à relevância do investimento necessário. Deve-se investigar o que

pode dar errado e as formas de evitar que os erros ocorram. Se um projeto tem VPL negativo é melhor que isto seja detectado o mais rapidamente possível. A seguir serão apresentadas algumas das técnicas utilizadas para identificar premissas importantes (que posteriormente podem ser reavaliadas) e explorar desvios associados a incertezas. As técnicas apresentadas são:

- Análise de Sensibilidade;
- Análise de Cenário;
- Análise de Ponto de Equilíbrio (*break-even*);
- Simulação de Monte Carlo.

Análise de Sensibilidade — Para uma estimativa de fluxo de caixa é necessário pensar em quais são as outras possíveis estimativas de fluxo de caixa. Em uma análise de sensibilidade são atribuídos às variáveis (uma por vez) valores otimistas e pessimistas. Desta forma é possível detectar quais variáveis têm maior impacto sobre o resultado financeiro do projeto. É possível detectar também até que ponto o resultado financeiro é dependente das estimativas feitas. Por exemplo, um projeto cujo resultado financeiro depende da taxa de câmbio e que tem VPL positivo para variações de câmbio de 20% é mais atraente do que um projeto que tenha VPL positivo para variações de câmbio de 5% (considerando que as demais características dos dois projetos são semelhantes).

Análise de Cenário — No caso das variáveis envolvidas em um modelo estarem correlacionadas a análise de sensibilidade fica prejudicada, pois não faz muito sentido alterar uma variável por vez. Neste caso pode ser útil fazer uma análise de cenário, que permite a observação de diferentes combinações de valores das variáveis, mantendo a devida coerência entre esses valores.

Análise de Ponto de Equilíbrio — No momento em que é realizada uma análise de sensibilidade ou uma análise de cenário, são buscadas informações sobre qual seria o retorno do projeto para diferentes contextos. Algumas vezes é útil raciocinar sob o ponto de vista “quanto ruins as coisas podem ficar antes que o projeto comece a dar prejuízo”. A análise sob esse ponto de vista é chamada de análise de ponto de equilíbrio (*break-even analysis*). É o ponto onde a receita e as despesas se anulam.

Simulação de Monte Carlo — A análise de sensibilidade permite observar o efeito da mudança de uma variável (por exemplo, volume de produção) no

resultado financeiro de um projeto. A análise de cenário permite observar o efeito da mudança em conjunto limitado de combinações de variáveis. Por meio da simulação de Monte Carlo é possível observar todo o espectro de resultados possíveis. Para o cálculo de VPL são estimados valores de fluxos de caixa futuros. Pela simulação de Monte Carlo esses fluxos de caixa podem ser associados a distribuições de probabilidade. O programa de simulação se encarrega de gerar valores aleatórios para os fluxos de caixa, conforme a distribuição de probabilidade estabelecida. Gerados os valores aleatórios o programa calcula o resultado (VPL) correspondente e a distribuição de probabilidade para o VPL.

Como resultados desta análise, foram avaliados os modelos de retorno técnico e econômico de investimentos em projetos convencionais e suas respectivas adequações a projetos de P&D.

Não obstante esses modelos mostrarem-se eficazes para mensurar retornos econômicos de projetos convencionais de uma forma geral, é importante ter em mente que especificidades que são intrínsecas aos projetos de P&D os tornam peculiares. Diferentemente de um projeto de engenharia, um P&D possui as incertezas que são associadas à pesquisa e à busca da inovação. Por essa razão, uma análise de retorno financeiro se apresenta mais complexa já que nem sempre é possível estimar os fluxos de caixa relevantes de um produto cujo desenvolvimento enfrenta desafios.

Existe, ainda, o desafio do alinhamento dos projetos de P&D à estratégia da empresa: mesmo que o impacto de uma nova tecnologia seja reconhecido em um nível estratégico, a preocupação excessiva com indicadores financeiros de curto prazo pode tornar pouco atraente aqueles projetos estrategicamente relevantes para a organização. E, também, o contexto particular das distribuidoras brasileiras de energia elétrica cujas soluções são próprias das características do setor brasileiro, distinto de setores equivalentes a exemplo do que ocorre em outros países pelas características que são inerentes à matriz energética desses países. Ou seja, embora reconheça-se o valor de se estudar experiências bem sucedidas de outros países, soluções importadas nem sempre são internalizáveis, o que requer inovação na busca de soluções customizadas e aderente às demandas domésticas.