

ADOÇÃO DO RETORNO SOBRE INVESTIMENTOS COMO FERRAMENTA DE JUSTIFICATIVA DOS SISTEMAS DE OTIMIZAÇÃO EM UM PORTIFÓLIO DE PROJETOS

Augusto dos Santos Moura Júnior

IHM Engenharia e Sistemas de Automação Ltda. Avenida Raja Gabáglia, nº 4343 - 3º andar - sala 200 - Santa Lúcia – 30.360-670 - Belo Horizonte - MG – Brasil. Web: www.ihm.com.br. Telefone: (31) 2129-7799. Fax: (31) 2129-7700. E-mail: augusto@ihm.com.br

Sylvio Leal Barbosa

IHM Engenharia e Sistemas de Automação Ltda. Avenida Raja Gabáglia, nº 4343 - 3º andar - sala 200 - Santa Lúcia – 30.360-670 - Belo Horizonte - MG – Brasil. Web: www.ihm.com.br. Telefone: (31) 2129-7799. Fax: (31) 2129-7700. E-mail: sylvio@ihm.com.br

Resumo

A nova realidade da economia brasileira, a qual vem consolidando uma tendência de crescimento, imprimir uma maior demanda por bens de consumo e de produção que deve ser correspondida pela indústria, com premência, por meio de um correspondente aumento da produção.

Concomitantemente ao aumento de demanda, o acirramento da concorrência, quer seja pela competição interna ou globalizada, urge por redução dos custos. O cenário criado por estes fatores sugere a adoção de projetos de otimização, em virtude do seu menor tempo de implementação e da provável obtenção de um retorno sobre investimento (ROI) atrativo que pode ser avaliado, simplificada, pela relação entre os ganhos de produção e qualidade obtidos associados à correspondente imobilização de capital em ativos fixos decorrentes de sua implantação.

Este artigo visa prover o embasamento teórico sobre otimização e análise de investimentos, o qual propiciará aos gestores das indústrias a adoção de sistemas de otimização, dentro de um portfólio de projetos, por meio de uma análise ponderada por preceitos técnicos e financeiros. Desta feita, o entendimento e conseqüente suporte do processo de demonstração da viabilidade do investimento poderá ganhar nova dimensão e visibilidade dentro da organização. Esta melhora será principalmente destacada nas empresas que apresentam pólos de conhecimento técnico e financeiro que permanecem afastados pela inexistência de conceitos e de uma linguagem comum que os unam. Por fim, as análises e conclusões deste artigo também pretendem contribuir com a fomentação e esclarecimentos concernentes à correta e necessária discussão sobre o tema.

Abstract

The new reality of the Brazilian economy, which comes consolidating a growth tendency, forced an increasing demand for consumption goods and production capacity, which should be corresponded by the industry, in enough time, by means of a corresponding increase of the production. While demand increases, the competition expands locally and globally, pushing business units to reduce costs. The resulting scenario suggests the adoption of optimization projects. It happens because of its main attributes defined by reduced time of project's implementation and attractive return on investment (ROI). The ROI can be evaluated by the relationship between the gains obtained in production and quality associated to the corresponding capital immobilized in fixed assets, during the project's implementation.

This article seeks to provide the theoretical knowledge in optimization and investment analysis, allowing industrial managers the adoption of optimization systems, in a project portfolio, by means of an analysis pondered by technical and financial precepts. Related of it, the understanding and consequently support for the process will demonstrate the investment viability can achieve new dimension and visibility inside of the organization. This fact will gain relevance in companies that present separated technical and financial expertise poles which stay way of each other in consequence of lack of concepts and common language.

Finally, the analysis and conclusions of this article also intend to contribute with the fomentation and elucidation necessary to the correct discussion about the theme.

Palavras chave: otimização, análise de investimentos, retorno sobre investimentos, economia; optimization, investment analysis, return on investment, economy.

1 INTRODUÇÃO

A pressão nas empresas por profissionais cada vez mais especializados acaba, muitas vezes, por produzir pólos ou ilhas de conhecimento técnico e financeiro que permanecem afastados, tanto pela inexistência de conceitos e de uma linguagem comum que os unam, quanto pelo errôneo entendimento de que a corporação pode conduzir seu empreendimento por avaliações realizadas em separado por estes pólos.

Este artigo visa prover o embasamento teórico sobre otimização e análise de investimentos, o qual propiciará aos gestores das indústrias a adoção de sistemas de otimização por meio de uma análise ponderada por preceitos técnicos e financeiros. Desta feita, o entendimento e conseqüente suporte do processo de demonstração da viabilidade do investimento poderá ganhar nova dimensão e visibilidade dentro da organização.

Para tanto, a seção 2 apresenta a conceituação dos sistemas de otimização, mediante a exibição das principais definições, de modo a permitir ao leitor, mesmo que não familiarizado com o tema, uma visão atual desta disciplina. Em seguida, a seção 3 apresenta uma introdução ao conceito de investimento e informa os critérios clássicos de análise de investimentos existentes na literatura, cuja utilização mais se enquadra no contexto pertinente à análise proposta. Caberá à seção 4 a formalização da hipótese proposta de que os sistemas de otimização são financeiramente justificados pela análise de retorno sobre investimento e a argumentação referente aos ganhos provenientes da extensão da visão de retorno tradicionalmente utilizada. Por fim, as conclusões são apresentadas na seção 5, com o intuito de contribuir com a fomentação e esclarecimentos concernentes à correta e necessária discussão sobre o tema.

2 CONCEITUAÇÃO DOS SISTEMAS DE OTIMIZAÇÃO

Na língua portuguesa, otimizar significa “tirar o máximo partido de; obter o melhor resultado de; tornar ótimo; planejar ou desenvolver com o máximo de eficiência” (1). Analogamente, no contexto da engenharia, os sistemas de otimização se destinam a empregar técnicas e métodos para determinar a melhor solução de problemas abstratos, para os quais seja exequível quantificar o grau de adequação de cada possível solução às necessidades que os causaram (2).

O uso cotidiano do termo otimizar acabou por confundi-lo com o sentido de melhorar. Certamente a otimização conduz a uma inequívoca melhora, já que a solução ótima é melhor no sentido superlativo, ou seja, melhor que todas as demais soluções. Todavia a recíproca, via de regra, não é verdadeira. Esta discussão faz-se necessária para o correto entendimento do termo “Sistemas de Otimização”, o qual está sempre associado à busca e obtenção da melhor solução, entre todas as possíveis, para um determinado problema. Qualquer mecanismo que melhore uma solução, mas não obtenha a melhor, não deve ser caracterizado como um “Sistema de Otimização”¹.

O desenvolvimento de um sistema² que pretenda gerar uma solução ótima está intimamente relacionado com a qualidade e verossimilhança da representação a ser realizada para o problema. As características de um problema, que ocorre no mundo real, deverão ser traduzidas para um mundo matemático, no qual a teoria de otimização será implementada, usualmente na forma de um algoritmo. Esta representação do problema no ambiente matemático é denominada por modelo do problema³, ou simplesmente modelo. A existência, portanto, de um modelo não caracteriza a obtenção de uma solução ótima, sendo apenas um pré-requisito para a implementação do sistema que a obterá. Concomitantemente, um algoritmo de otimização será capaz de obter apenas a melhor solução para o modelo representado. Portanto, quanto pior o modelo, maior o erro entre a solução ótima obtida e a solução ótima real do problema. Por outro prisma, um modelo que pretenda descrever fidedignamente um problema muito complexo poderá inviabilizar, por tempo ou custo, a obtenção de um “Sistema de Otimização” capaz de resultar uma solução ótima. Na maioria dos casos práticos a formalização de um modelo, determinístico⁴ ou probabilístico⁵ (3), para o problema já está consolidada por teorias bem estabelecidas (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11) e não será objeto deste trabalho. Supondo a existência de um único objetivo a ser considerado, um conceito a ser estabelecido em otimização diz respeito à quantização da adequação de uma solução ao problema em questão. Cada

¹ Entende-se, neste caso, o uso do termo “a melhor solução” com sendo a melhor solução prática, no lugar da solução teórica ótima.

² Conjunto de princípios reunidos de modo a que formem um corpo de doutrina; combinação de partes coordenadas entre si e que concorrem para um resultado ou para formarem um conjunto (1);

³ Na área de mineração e metalurgia o termo mais utilizado é “modelo matemático”.

⁴ Modelos que especificam exatamente o comportamento de um experimento.

⁵ Modelos que buscam descrever experimentos randômicos ou com variações imprevisíveis.

possível solução para um problema, de n parâmetros, é simbolizada por um vetor \mathbf{x}^6 . A quantização é usualmente associada ao objetivo do projeto (2) ou, em outras palavras, a uma função matemática que expressa esta adequação, usualmente denominada de função objetivo (12) e aqui representada por $f(x)$. Conseqüentemente alcançar a solução ótima, \mathbf{x}^* , para um problema, significa encontrar matematicamente dentre os diversos valores de \mathbf{x} aquele que minimiza⁷ o resultado da função objetivo, tal como indicado na equação 1.

$$x^* = \arg \min_x f(x) \mid x \in R^n \quad (1)$$

Esta formulação onde não existem limites para as variações dos parâmetros, representados por \mathbf{x} , caracteriza os problemas de “Otimização Irrestrita”. Entretanto, na prática os parâmetros estão sempre sujeitos a limitações físicas, tecnológicas ou financeiras. Para representar estas restrições das soluções, definem-se equações de desigualdades matemáticas, representadas por $r(x)$, ou de igualdades, representadas por $h(x)$, que delimitam o espaço onde a solução ótima deve estar contida. Este espaço usualmente é denominado de região factível (2).

Um problema no qual se deseja encontrar o mínimo da função objetivo $f(x)$, mas cujo vetor de parâmetros \mathbf{x} está sujeito à região factível definida pelas restrições, é definido pela equação 2 e caracteriza os problemas de “Otimização Restrita”.

$$x^* = \arg \min_x f(x) \mid x \in \Omega \quad (2)$$

$$\Omega = \{x \in R^n \mid (r_i(x) \leq 0, \forall i = 1, \Lambda, g) \text{ e } (h_i(x) = 0, \forall i = 1, \Lambda, p)\}$$

onde, “ g ” representa o número de restrições de desigualdade $r(x)$ e “ p ” representa o número de restrições de igualdade $h(x)$.

A caracterização dos problemas de otimização não está associada apenas à existência ou não de restrição, mas também às características⁸ da função objetivo e das restrições. Historicamente, definem-se as funções no contexto da otimização em dois grandes grupos. O primeiro diz respeito às funções lineares expressas como:

$$f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \Lambda + c_nx_n + d \mid x \in R^n \quad (3)$$

onde, $\mathbf{c}^T = [c_1 \ c_2 \dots \ c_n]$ representa um vetor de constantes e d é uma constante.

Quando todas as funções envolvidas são lineares caracteriza-se a “Otimização Linear”, também conhecida por “Programação Linear” (12, 13, 14 e 15). O problema padrão para a “Otimização Linear” é expresso pela equação 4.

$$x^* = \arg \min_x \mathbf{c}^T x \mid x \in \Omega \quad (4)$$

$$\Omega = \{x \in R^n \mid (Ax = b) \text{ e } (x_i = 0, \forall i = 1, \Lambda, n)\}$$

O segundo grupo diz respeito a funções não lineares de qualquer natureza, não havendo uma representação especial deste problema que se diferencie das já apresentadas nas equações 1, para os casos irrestritos, e 2, para os casos restritos.

Para concluir este conceito, pode-se extrapolar a pressuposição, inicialmente definida, de que o problema possui apenas um objetivo associado. Assim ter-se-á não apenas uma função objetivo, mas um conjunto de funções objetivos. A representação deste conjunto será realizada por um vetor $\mathbf{F}(x)$, tal como indicado na equação 5 para “ m ” funções. Os problemas onde existem apenas uma função objetivo caracterizam a “Otimização Mono-objetivo”, ou “Otimização Escalar”, enquanto os casos que contenham mais de uma função caracterizam a “Otimização Multi-objetivo”, ou “Otimização Vetorial” (16, 17 e 18).

$$\mathbf{F}(x) = [f_1(x) \ f_2(x) \ \Lambda \ f_m(x)] \quad (5)$$

⁶ A solução \mathbf{x} simboliza os parâmetros variáveis do modelo que representa o problema.

⁷ Em muitos casos o objetivo da otimização pode significar maximizar a função objetivo $f(x)$. Todavia, como maximizar $f(x)$ equivale a minimizar $-f(x)$ este trabalho sempre considerará a otimização associada à minimização.

⁸ Neste contexto o termo características está associado à classe matemática das funções.

Como consequência da existência de um vetor de funções F , não haverá apenas uma solução ótima para o problema mas um conjunto de soluções ótimas. Isto ocorre porque em diversos casos não se poderá afirmar que uma possível solução x^A produzirá um resultado melhor do que outra x^B para todas as funções objetivas. Este conjunto de soluções ótimas é denominado como “Conjunto Pareto” ou “Pareto Ótimo” (19).

Quando da obtenção do “Conjunto Pareto”, em virtude da existência de mais de uma solução ótima passível de ser implementada, surge o problema da decisão (2), o qual consiste em restringir este conjunto a apenas uma solução por meio de um decisor. A indicação da preferência de um decisor por uma determinada solução ótima, poderá ocorrer “a posteriori”, “a priori” ou de forma “progressiva” ao processo de obtenção do “Conjunto Pareto”. Ressalta-se ainda que a ação do decisor deverá ocorrer de forma consistente, ou seja, partindo da apresentação sistemática de um subconjunto de alternativas, ter-se-á o afinamento seqüencial das opções disponíveis para que seja possível convergir para uma escolha final. Matematicamente, o modelo deste comportamento consistente é formalizado por uma função denominada “Função Utilidade”.

O quadro 1 exibe um resumo da classificação dos problemas de otimização quanto à adequação da solução ao problema proposto.

Número de objetivos	Classe da função objetivo	Restrições dos parâmetros
Escalar	Linear	Irrestrito
Vetorial	Não linear	Restrito

Quadro 1 – Classificação dos Problemas de Otimização

Outro conceito importante diz respeito à capacidade de uma teoria de otimização, implementada através de um algoritmo, ser aplicável para a obtenção da solução do problema. Encontrar um algoritmo que seja aplicável e eficiente a todas as classes de problemas é um desejo ainda longe de ser alcançado (20). Desta feita, diferentes teorias foram desenvolvidas para serem aplicadas a problemas específicos.

Uma abordagem simplificada, pode dividir as teorias em três grandes classes. Na classe associada aos problemas lineares e mono-objetivo, ressaltam-se os métodos “Simplex” (12 e 13) e “Pontos Interiores” (21 e 22). Na classe associada aos problemas não lineares e mono-objetivo, restritos ou irrestritos, ressaltam-se os métodos de “Direção de Busca” e “Exclusão de Semi-espacos” (2, 3 e 23) para as funções mono-modais⁹ e os métodos de “População” (2 e 24) para as funções multi-modais¹⁰. Por fim, na classe associada a problemas de otimização vetorial destacam-se as abordagens “ P_λ ”, “ P_ϵ ”, “ P_ξ ”, “ P_{KTE} ” e “ P^* ” (2 e 19).

Como visão final para a conceituação básica dos “Sistemas de Otimização”, tem-se a possibilidade de se integrar os sistemas aos problemas reais de forma “off-line” ou “on-line”. Em ambos os casos existem os elementos já definidos: modelo do problema, cálculo dos objetivos a serem otimizados e algoritmo de otimização.

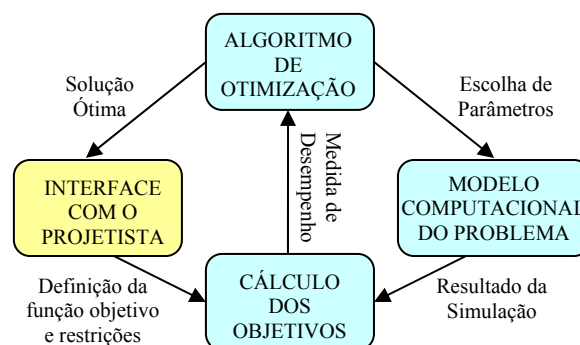


Figura 1 – Diagrama da integração off-line de um sistema de otimização

Fonte: Adaptado de TAKAHASHI, R. Otimização escalar e vetorial. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Matemática, Curso de verão, 2003.

⁹ Possuem um único mínimo global associado às funções.

¹⁰ Apresentam mínimos locais e globais associados às funções.

Na integração “off-line” o “Sistema de Otimização” não possui qualquer conexão com o problema real, sendo normalmente utilizado como ferramenta de auxílio à solução de problemas ou projetos assistidos por computador. Neste caso, cabe a um projetista a tarefa de associar a solução ótima determinada pelo sistema ao processo de solução do problema real em questão. Um diagrama da integração “off-line” é exibido na figura 1.

Já na integração “on-line” o “Sistema de Otimização” está diretamente conectado a um processo produtivo, com ou sem a interferência humana, através de um sistema de controle¹¹. Neste caso a solução ótima será utilizada para determinar a região de operação mais eficiente para o processo, tendo por referência os objetivos pré-determinados. É comum, nestes sistemas, que um operador especializado no processo substitua a figura do projetista, bem como a inclusão de um processo de validação do modelo, dada a disponibilidade de dados reais de processo e dados resultantes do modelo. Um diagrama da integração “on-line” é exibido na figura 2.

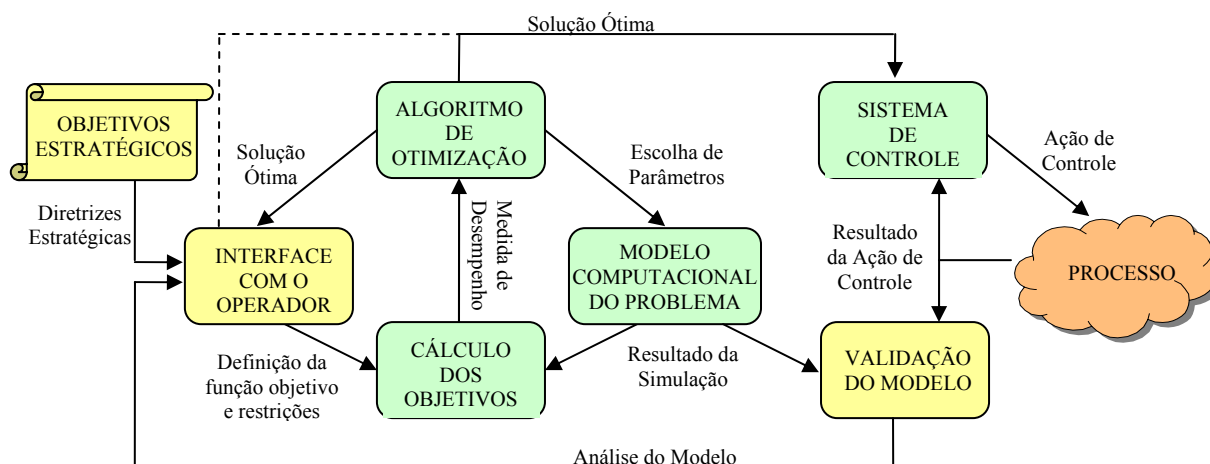


Figura 2 – Diagrama da integração on-line de um sistema de otimização

Fonte: Adaptado de TAKAHASHI, R. Otimização escalar e vetorial. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Matemática, Curso de verão, 2003.

3 INTRODUÇÃO À ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Fazer um investimento segundo Galesne, Fenterseifer e Lamb (25): “[...] consiste, para uma empresa, em comprometer capital, sob diversas formas, de modo durável, na esperança de manter ou melhorar sua situação econômica”. Por conseguinte, investimentos existirão ao longo de todo o empreendimento.

3.1 INVESTIMENTOS

A noção de investimento correlacionada à duração da imobilização de capital, ou seja, o dispêndio de uma empresa por período superior ao do exercício corrente, usualmente é usada para diferi-lo de despesas correntes. Todavia, é conveniente ainda incluir na concepção de investimentos a imobilização de alguns dispêndios que, embora também possam ser atribuídos às despesas correntes, irão, indubitavelmente, exacerbar a capacidade produtiva do empreendimento, como exemplo os dispêndios em pesquisa e desenvolvimento ou treinamento. Também devem ser considerados os comprometimentos de capital associados ao acréscimo de determinados elementos circulante, tais como necessidades de elevação de estoque mínimo.

Os investimentos poderão diferir quanto a sua natureza, ou seja, quanto ao objetivo, forma física e impacto na empresa, associada aos respectivos projetos (25). Avaliando os projetos quanto ao objetivo principal do investimento, pode-se caracterizá-los em projetos de substituição ou reposição para compensar a obsolescência, projetos de modernização para a melhoria e racionalização da produção atual e os projetos de expansão de capacidade para aumento da oferta de produtos ao mercado. Já quanto à forma física, pode-se distingui-los entre os investimentos materiais, não apenas representados pelos equipamentos adquiridos e construções correlacionadas, mas também aos investimentos de suporte como estoques e contas a receber, e os investimentos imateriais, correspondentes aos dispêndios de longo prazo destinados à manutenção ou melhora de resultados e desassociados dos ativos fixos, como investimento em formação e treinamento, em informação, relações comerciais e de trabalho, estrutura de gestão ou imagem da empresa. Para a diferenciação quanto ao impacto, os investimentos podem ser separados nos investimentos estratégicos, sendo estes usualmente de alto risco e cujo sucesso levará a empresa a novos patamares de

¹¹ Os resultados do reais do processo são fortemente dependentes do sistema de controle.

desenvolvimento ou cujo fracasso arriscará a capacidade da empresa de permanecer como um jogador no mercado que atua. Para representar as principais etapas do transcorrer de um projeto de investimento em uma empresa, é exibida, a seguir, a figura 3.

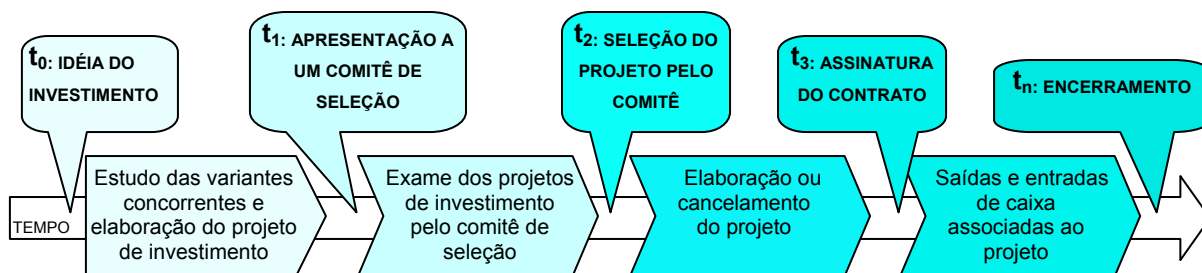


Figura 3 – Principais etapas de um projeto de investimento

Fonte: Adaptado de GALESNE., A., FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de Investimentos da Empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

Quanto ao conceito de investimento, deve-se por fim ressaltar a decisão de investir, por se tratar de uma aposta em uma esperança futura, é permeada por risco. Desta feita, faça o que se fizer, a existência de incertezas passa a ser uma das poucas verdades inquestionáveis em um investimento, bem como, dada a impossibilidade de se eliminá-la, toda ação para a sua redução deverá ser considerada durante todo o processo de análise de um investimento.

3.2 MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Proposto por DuPont¹², o conceito ROI passou a ser adotado na engenharia para identificação de projetos de valor potencial para as empresas (26). No Brasil, a exposição à concorrência mundial, a partir da década de 90, exigiu dos empresários e analistas de negócios um maior conhecimento das técnicas de análise sobre seleção de investimentos, retorno do capital investido e custos envolvidos (25).

Uma forma de classificar os métodos de análise e priorização de projetos, os divide em: métodos financeiros tradicionais, métodos de pontuação ou ordenamento e métodos cognitivos (27)¹³.

Os métodos de análise de investimentos tradicionais são amplamente difundidos nas empresas por sua simplicidade de cálculo e seleção das oportunidades por aspectos puramente financeiros.

Baseiam-se principalmente nos conceitos de fluxo de caixa descontados e tempo de retorno de capital (25 e 26) para gerar seus indicadores. Para tanto, consideram uma taxa de desconto “*r*” que representa a rentabilidade mínima exigida para um projeto, também conhecida por taxa mínima de atratividade, TMA, correspondente ao custo de oportunidade¹⁴.

O método do “Valor Presente Líquido”, VPL, representa a diferença entre o valor presente das entradas líquidas e o custo do investimento, descontados pela taxa “*r*” definida pela empresa (25, 27 e 28). A seleção do investimento condiciona-se a um VPL positivo. A fórmula para o cálculo do VPL_{*i*} considerando-se as entradas de caixa esperadas *r*, os custos *c*, a vida útil do projeto *T*, o valor residual do projeto após a vida útil *s*, e o investimento inicial *I*₀ é apresentada na equação 6.

$$VPL_i = \sum_{t=1}^T \frac{r_t - c_t}{(1+i)^t} + \frac{s_T}{(1+i)^T} - I_0 \quad (6)$$

O “Índice de Lucratividade”, IL, ou “Índice Benefício/Custo”, IBC, são métodos derivados do VPL por se tratarem da razão entre o fluxo esperado de benefícios de um projeto e o investimento inicial necessário para realizá-lo (25 e 28). Como consequência direta, um valor destes índices superior a um caracteriza o critério de seleção. A equação 7 formula esta proposição.

$$IL_i = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{r_t - c_t}{(1+i)^t} + \frac{s_T}{(1+i)^T}}{I_0} \quad (7)$$

¹² Proposto inicialmente para o controle de gerentes do nível intermediário.

¹³ Este trabalho dará ênfase aos métodos financeiros tradicionais.

¹⁴ O custo de oportunidade representa o retorno que poderia ser obtido em outro investimento disponível no mercado de risco semelhante.

A utilização da “Taxa Interna de Retorno”, TIR, como método de avaliação consiste em determinar qual o valor para a taxa de desconto que implicará na obtenção de um VPL nulo, ou seja, tornará o fluxo de caixa zero (25 e 28). A obtenção de uma TIR superior à TMA definida, determinará a viabilidade do projeto. A equação 8 representa o cálculo da TIR.

$$\sum_{t=1}^T \frac{r_t - c_t}{(1 + TIR)^t} + \frac{S_T}{(1 + TIR)^T} = I_0 \quad (8)$$

O “Período de Recuperação do Investimento”, PRI, ou Payback parte da premissa de que um projeto é interessante proporcionalmente ao tempo em que o capital investido é recuperado. O método PRI calcula o tempo de recuperação, desconsiderando-se os fluxos de caixa além deste período. Por este motivo é muitas vezes considerado um critério ruim de análise (29).

Para os métodos de pontuação ou ordenamento, os projetos em análise são submetidos a um conjunto de critérios, mutuamente exclusivos, não restritos à aspectos econômicos para que seja determinada a correspondente classificação. Assim, o processo será fortemente dependente da análise subjetiva dos especialistas envolvidos (30).

Nos modelos cognitivos o processo de decisão da empresa é avaliado de forma global, presumindo-se a existência de um comportamento racional e recorrente. A simulação é utilizada como ferramenta de composição da melhor carteira de projetos (30) e da avaliação de diversos cenários de riscos, permitindo-se a identificação das variáveis preponderantes para as receitas e custos futuros (31 e 32).

4 HIPÓTESE DA ADOÇÃO DOS SISTEMAS DE OTIMIZAÇÃO PELO ROI

A economia brasileira vem consolidando nos últimos anos uma tendência de crescimento¹⁵ (33), incluindo registros positivos de superávits primários¹⁶ (34) e crescimento do produto interno bruto¹⁷ (33), PIB, embora esta tendência esteja sujeita a variações sazonais¹⁸. Simultaneamente a estes indicadores, diversos problemas persistem, tais como a previsão para a inflação do ano¹⁹ e uma política econômica que não incentiva os investimentos em produção²⁰ (37). A cotação do Dólar, que se desvaloriza frente ao Euro e Yen no mercado internacional, continua com subvalorização excessiva perante o Real em virtude, principalmente, do fluxo de entrada de capital especulativo e do superávit primário da balança comercial. Somam-se a este contexto, uma carga tributária colossal (38)²¹, e a concorrência do mercado globalizado com a participação mais efetiva de novos países, como a China e Índia.

Se por um lado a visão macroeconômica da tendência de crescimento cria uma pressão de aumento de produção na indústria, por outro lado, as flutuações de demanda, o custo de oportunidade atual e possibilidades de reflexos das disputas políticas²² na economia aumentam as incertezas dos mercados específicos quanto à demanda e retornos futuros.

Uma vez que, tanto a análise de investimentos quanto análise de substituição de equipamentos (28) consideram como premissa a determinação de uma TMA, previsões de receitas e despesas futuras, avaliação do tempo de vida útil do projeto e valor dos ativos imobilizados após a sua vida útil, verifica-se que a correta geração do fluxo de caixa e valores presentes dos investimentos é repleta de riscos e imprecisões. Ressalta-se ainda que os fatores de risco e incerteza são ainda consideravelmente influenciados pela duração do tempo associado às entradas e saídas de caixa do projeto de investimento.

¹⁵ Em 2004 passou da 15ª para a 11ª posição no ranking das maiores economias mundiais em 2005.

¹⁶ Em 2005, o superávit do setor público registrou 4,84% do PIB, para uma meta anual oficial de 4,25% do PIB.

¹⁷ O crescimento do PIB em 2005 foi de 2,3%.

¹⁸ Como exemplo, a projeção do PIB para 2005 era de 3,5% a 4% em maio de 2005 (35).

¹⁹ Embora o BC preveja um índice de inflação para 2006 de 3,7%, inferior à meta de 4,5%, o mercado financeiro tem utilizado como referência um índice de 4,6% para 2006 (36).

²⁰ A austera posição do Conselho de Política Monetária, COPOM vem sendo refletida na manutenção da taxa selic em altos patamares, resultando nos atuais 15,75%, apesar das últimas reduções.

²¹ Correspondente a 38% do PIB em 2005.

²² Eventos políticos, tais como troca de ministros ou cargos do segundo escalão do governo podem causar efeitos imediatos na confiança dos mercados financeiros nacionais e internacionais, enquanto disputas políticas como a não votação do orçamento ou priorização das ações do governo para agenda das eleições pode repercutir nos indicadores futuros da economia.

Perante este cenário, a proposição “Os Sistemas de Otimização são justificados pela avaliação do ROI” torna-se compreensível. O menor volume de investimentos, determinado pela baixa imobilização de capital em ativos, permite um maior IL, um menor PRI e uma menor necessidade de fluxo de recebimentos para a obtenção de um VPL atrativo e o aumento de produtividade sem geração de ociosidade futura, bem como o aproveitamento das oportunidades de investimento financeiro mesmo com o atendimento do aumento da demanda²³. Analogamente, o menor horizonte de previsão conduz a uma maior probabilidade de acerto na determinação da TMA e, por consequência, menor incerteza sobre os valores calculados. A implementação do projeto também pode ser realizada em duas etapas, conforme figuras 1 e 2, permitindo uma reavaliação do investimento entre as fases de integração “off-line” e “on-line” do sistema. Conseqüentemente, a necessidade de elaboração de cenários, com diferentes avaliações de risco²⁴, também é reduzida.

Como fatores secundários, devem ainda ser citados: a redução da obsolescência por fator tecnológico, dado que os “Sistemas de Otimização” usualmente acrescentam tecnologia ao processo produtivo; o ganho com a maior flexibilização do processo produtivo, uma vez que a inclusão de uma função objetivo passível de alteração permitirá a ênfase da operação do processo em diferentes aspectos, tais como minimização do custo, maximização da produção, redução da variância ou melhoria da qualidade; e o ganho com o alinhamento estratégico da produção, dada a possibilidade de inclusão das diretrizes estratégicas da empresa diretamente ao processo produto.

Por conseguinte, uma vez aceita a argumentação supracitada, ter-se-á como ganho total de um projeto de otimização a soma de todos os benefícios diretos e indiretos desta opção, tal como exibido na figura 4.

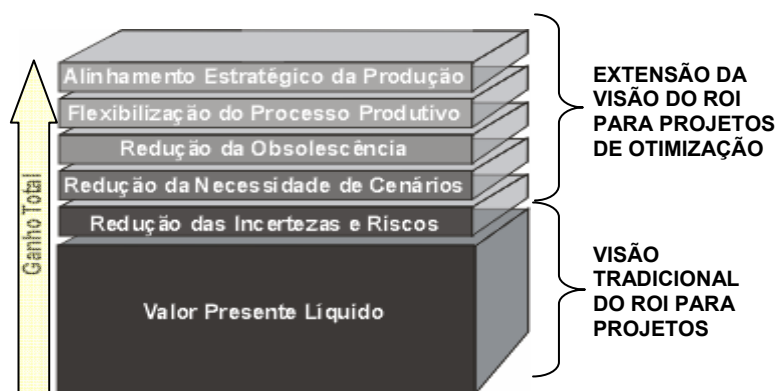


Figura 4 – Ganhos associados a um projeto de otimização

Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONCLUSÕES

As técnicas de análise de investimentos são susceptíveis à diversos fatores de risco e incertezas, os quais, muitas vezes, não se encontram explicitamente exibidos nos indicadores calculados. A participação humana é imprescindível para avaliar o alinhamento das decisões, sobre quais projetos se deve investir, quanto à estratégia e objetivos da empresa. Embora o histórico de bons resultados com investimentos em projetos que incluíam alta imobilização de ativos deva ser considerado na análise de novos investimentos, a tendência por favorecer esta linha de projetos pode privar a empresa de melhores oportunidades. Neste âmbito, que ainda é potencializado pelo cenário econômico, a opção de investimento em “Sistemas de Otimização” constitui uma opção não apenas factível mas justificada, quando a análise do retorno sobre investimentos é realizada sobre todos os aspectos de ganho envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 PRIBERAM. O Dicionário da Língua Portuguesa On-Line. DLPO. Disponível em: <<http://www.priberam.pt/dlpo>>. Acesso em: 20 maio 2005.
- 2 TAKAHASHI, R. **Otimização escalar e vetorial**. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Matemática, Curso de verão, 2003.

²³ Ressalva-se que a argumentação não inclui o cenário de grandes exigências de aumento de demanda.

²⁴ Um dos grandes problemas na seleção de investimentos ocorre quando os cenários de risco para uma perspectiva otimista e pessimista se distanciam a ponto de inviabilizar a sua comparação.

- 3 GARCIA, A. L. **Probability and Random Process for Electrical Engineering**. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company Addison-Wesley, 1989.
- 4 CASY, J. P. **Pulp and Paper. Chemistry and Chemical Technology**. New York: John Wiley & Sons, 1980.
- 5 MACDONALD, R. G. **Papermaking and Paper Board Making**. New York: MacGraw Hill, 1970.
- 6 _____. **Pulp and Paper Manufacture**. New York: MacGraw Hill, 1969.
- 7 PHILIP, P. **Celulose e Papel – Tecnologia de Fabricação da Pasta Celulósica**. São Paulo: ITP, 1988.
- 8 CAMINHAS, W. M. ; PEREIRA, G. A.T. ; TAVARES, F. A. C. Identificação de Sistemas Dinâmicos: Abordagem Baseada em Neurônio Nebuloso. **Anais...** Brasil: V Simpósio Brasileiro de Redes Neurais, 1998.
- 9 T. YAMAKAWA. A Neo Fuzzy Neuron and its Applications to System Identification and Prediction of Chaotic Behaviour, **IEEE**, 1994.
- 10 NARENDRA, K. S.; PARTHASARATHY, K. Identification and Control of Dynamical Systems using Neural Networks, **IEEE Transaction and Neural Networks**, v.1, p.4-27, 1990.
- 11 BRAGA, A. P., LEON, A. P.; LUDERMIR, T. B. **Fundamentos de Redes Neurais Artificiais**. Rio de Janeiro: UFRJ-11a Escola de Computação, 1998
- 12 LUEMBERG, D. G. **Linear and Nonlinear Programming**. 2nd ed Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1894.
- 13 DANTZIG, G. B. Linear Programming. **Operations Research**, v.50, n.1, p.42, 2002.
- 14 SIMMONS, D. **Linear Programming for Operations Research**. New Jersey: Prentice Hall, 1972
- 15 BRADLEY, S., A. HAX; T.MAGNATI. **Applied mathematical Programming**. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company Addison-Wesley, 1977.
- 16 ADAN, M.; NOVO, V. Efficient and weak efficient points in vector optimization with generalized cone convexity, **Applied Mathematics Letters**, v.16, p. 221-225, 2003.
- 17 BENSON, H. P. Optimization over the efficient set, **Journal of Mathematical Analysis and Applications**, v.98, p.562-580, 1984.
- 18 CHANKONG, V.; HAIMES, Y. Y. On the characterization of noninferior solutions of the vector optimization problem, **Automatica**, v.18, n.6, p.697-707, 1982.
- 19 EHRGOTT, M. **Multicriteria Optimization**. Berlin: Springer-Verlag, 2000.
- 20 HO, Y. C.; PEPYNE, D. L. Simple explanation of the no-free-launch theorem and its applications, **Journal of Optimization Theory and Applications**, v.115, n.3, p.549-570, 2002.
- 21 KARMARKAR, N. A New Polynomial-Time Algorithm for Linear Programming. **Combinatorica**, v.4, p.373-395, 1984.
- 22 VANNELLI, A. Teaching Large-Scale Optimization by an Interior Point Approach, **IEEE Transactions on Education**, v.36, n.1, p.204-209, 1991.
- 23 BLAND, R. G., GOLDFARB, D.; TODD, M. J. The Ellipsoid Method: a Survey, **Operations Research**, v.29, n.6, p.1039-1091, 1981.
- 24 GOLDBERG, D. E. **Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning**. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company Addison-Wesley, 1989.
- 25 GALESNE., A., FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de Investimentos da Empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.
- 26 JOHNSON, H.; KAPLAN, R. **Relevance Lost: the Rise and Fall of Management Account**. Cambridge: Harvard Business School Press, 1987.
- 27 MARTINO, J. P. **Research and development project selection**. New York: Jonh Wiley & Sons, 1995.
- 28 SOUZA, A. ; Clemente, A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos**. São Palulo: Atlas, 1997.
- 29 BREALEY, R. A.; Myers, S. C. **Principles of Corporate Finance**. 7th ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2003.
- 30 AZEVEDO, P. B. M.; YU, A. S. O. Análise de Investimentos em Tecnologia: a experiência da Divisão de Economia e Engenharia de Sistemas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Revista de Administração**, v.35, n.4, p.103-118, 2000.
- 31 Hertz, D. B. Risk Analysis in Capital Investment. **Harvard Business Review**, , v.42, n.1, p.95-106 1964.
- 32 Hertz, D. B. Investment Policies that Pay-off. **Harvard Business Review**, v.4, n.1, p.96-108, 1968.
- 33 FOLHA ONLINE. Veja o ranking das maiores economias do mundo. **FOLHA ON-LINE**. Disponível em: < <http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u106421.shtml> > . Acesso em: 17 de abril 2006.

- 34 GLOBO ONLINE. Superávit primário de 2005 foi o maior desde 94, mas insuficiente para gastos com juros. **O Globo**. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/online/economia/mat/2006/01/30/190124611.asp>> . Acesso em: 17 de abril 2006.
- 35 FOLHA ONLINE. Lula, de novo, espera fim de alta de juros. **Folha de São Paulo**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u96959.shtml>> . Acesso em: 04 de junho 2005.
- 36 FINANÇAS PESSOAIS. BC prevê inflação de 3,7% neste ano, dentro da meta. **O Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/ultimas/financas/2006/mar/30/122.htm>> . Acesso em: 17 de abril 2006.
- 37 DINHEIRO. Copom defende próximos cortes de juros com "maior parcimônia". **Folha OnLine**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u107209.shtml>> . Acesso em: 27 de abril 2005.
- 38 IBPT. Carga tributária está no limite. **A Notícia - Joinville**. Disponível em: <http://www.tributarista.org.br/imprensas/imprensas.viw.php?imprensa_id=10a5ab2db37feedfdeaab192ead4ac0e> . Acesso em: 17 de abril 2005.
- 39 BLEINROTH, C. E. Expansão da Capacidade Produtiva só se Justifica Quando a Produtividade Alcançou o seu Nível Ótimo. **Metalurgia e Minerais**, v.554, n.61, p.174, 2005.