

# ENGENHARIA ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO

---

YOSHIAKI NAKANO

*“O homem começa a compreender que deve planejar o conjunto de sua sociedade e não apenas partes dela, e que além disso, no curso do planejamento, deve mostrar certa preocupação pelo destino do todo.” — KARL MANNHEIM.*

A característica mais notável da atividade econômica de nossa época é a imensa luta que as nações subdesenvolvidas vêm realizando para eliminar o seu atraso econômico. Essa luta é bastante diferente daquela enfrentada pelos países desenvolvidos na época do capitalismo clássico. Hoje, não se trata mais de simples desenvolvimento ou crescimento econômico, mas da eliminação do atraso em relação aos países desenvolvidos.

Com efeito, o desenvolvimento econômico dessas áreas processa-se, não só numa época bastante diferente, mas em condições concretas bastante diversas, onde não se pode esperar que empresários “schumpeterianos” repitam a história daqueles que fizeram o desenvolvimento “natural” do capitalismo.

Esse desenvolvimento “natural” se fez com os homens de negócios decidindo, individualmente, a sua política de investimento, guiados pelo mecanismo do mercado.

Nessas condições, a força impulsionadora do desenvolvimento derivava da esfera da oferta. Nas regiões subde-

desenvolvidas, a realidade nos tem mostrado que o processo se inverteu, isto é, os elementos mais característicos estão situados do lado da demanda.

É a “ampliação dos horizontes” reforçada pela pressão das necessidades, transfiguradas em movimentos sociais, que tem originado ou acelerado o processo de desenvolvimento.

Por outro lado, nesses países o desenvolvimento é, em grande parte, um processo de organização, já que os padrões técnicos da produção são transferidos dos países desenvolvidos para os que se encontram em fase de desenvolvimento.

Nesse contexto, as empresas privadas têm-se mostrado bastante débeis para atender à demanda social e à necessidade de organização.

Este trabalho procura elaborar uma teoria explicativa dessa debilidade e estabelecer outras alternativas possíveis.

#### ENGENHARIA, ECONOMIA E ENGENHARIA ECONÔMICA

Na História Humana o “fator limitativo” tem sido predominantemente *material*. O seu principal problema ainda é o Desenvolvimento Econômico, isto é, a superação desse fator limitativo”, com o que o Homem poderá entrar numa nova fase de sua evolução.

Nessa luta, a Engenharia procura uma solução, tentando controlar e dirigir as forças físicas e materiais da Natureza em benefício do Homem; a economia estudando os aspectos sociais de produção e distribuição. Temos, portanto, a Engenharia procurando a *eficiência tecnológica* e a Economia procurando a *eficiência econômica*.

Da integração dessas duas ciências temos a Engenharia Econômica que procura harmonizar a eficiência tecnológica com a eficiência econômica. Em outros termos, a Engenharia Econômica procura subordinar a técnica de produção, desenvolvida pela Engenharia, aos fins da atividade econômica do Homem. Leva, assim, em consideração

a maneira de satisfazer as necessidades humanas e o seu custo em satisfazê-las.

De fato, em qualquer estudo de um projeto particular de Engenharia, surge mais de uma alternativa tecnicamente viável. Uma análise econômica tornar-se-á necessária para avaliar e determinar qual dos métodos alternativos de execução é o mais desejável.

Segundo THUESEN, as funções da Engenharia Econômica resumem-se em:<sup>1</sup>

- Determinar o objetivo.
- Determinar os fatores e meios estratégicos.
- Avaliar as alternativas de engenharia.
- Interpretar o significado econômico dos projetos de engenharia.
- Assistir no processo decisório.

Tôdas essas funções podem ser resumidas como “o estudo da rentabilidade comparada de alternativas”.<sup>2</sup> Realmente, o tema central da Engenharia Econômica se resume em avaliar quantitativamente as alternativas da Engenharia em termos de rentabilidade e custo econômico.

Como as rendas e os custos de um investimento se desenvolvem em formas físicas e em períodos diversos, para efeito de comparação e avaliação econômica, temos que tornar homogêneos êsses fluxos de rendas e custos. Para isso, a Engenharia Econômica emprega a unidade monetária e os juros. GRANT assim se manifesta a respeito:<sup>3</sup>

- Os projetos devem ser avaliados com base em seus fluxos monetários.

---

1) H. G. THUESEN, *Engineering Economy*, Nova Iorque: Prentice Hall, Inc., 1950.

2) CLAUDE MACHLINE, “Análise de Investimento e Inflação”, *Revista de Administração de Empresas*, Rio de Janeiro — GB, vol. 6, n.º 18, março de 1966, pág. 99.

3) EUGENE L. GRANT, *Principles of Engineering Economy*, Nova Iorque: The Ronald Press Company, 1950.

- Tais fluxos devem ser descontados de maneira a atribuir-se um valor maior à produção obtida no princípio da vida do projeto, de que a obtida em etapas posteriores, e as despesas que se efetuarem mais cedo na vida do projeto devem ser consideradas menos desejáveis do que as posteriores.
- A avaliação de um projeto deve ser feita em termos da melhor alternativa, e não em termos absolutos.
- Os projetos devem ser formulados através do cotejo de diversas alternativas, até que tenham sido esgotadas tôdas as alternativas promissoras imagináveis. Não será demais exagerar-se a importância dessa orientação.

De posse desses conceitos, a Engenharia Econômica desenvolveu diversos métodos, sendo os mais usados, segundo o Prof. CLAUDE MACHLINE, o método de depreciação linear e juros simples, o método do custo anual e o método do valor atual.<sup>4</sup>

### *Método do Custo Anual*

Os custos totais de um investimento são constituídos por um desembolso inicial e por uma série de desembolsos que fazemos anualmente durante toda a vida útil do investimento. Neste método, transformamos o investimento inicial em parcelas anuais iguais, obtendo-se assim o seu custo anual, dado o número de anos de vida útil do investimento e a taxa de rentabilidade desejada. Essa conversão em parcelas anuais iguais é feita utilizando-se a seguinte fórmula:<sup>5</sup>

$$P = C \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = C(\text{f.r.c.})$$

4) Para um estudo mais minucioso pode-se consultar: CLAUDE MACHLINE, *Análise Econômica dos Investimentos*, mimeografado, em 1964. Veja-se também: EUGENE L. GRANT, *op. cit.*; H. G. THUESEN, *op. cit.*; e CLARENCE F. BULLINGER, *Engineering Economic Analysis*, Nova Iorque; McGraw-Hill Book Company, 1950.

5) (f.r.c.) fator de recuperação de capital pode ser obtido nas tábuas financeiras. Ver CLAUDE MACHLINE, *op. cit.*, págs. 101 a 125.

Onde, o investimento inicial  $C$  é convertido em uma série de parcelas anuais  $P$ , sendo  $n$  o período de vida útil do investimento e  $i$  a taxa de rentabilidade desejada.

Quando existe um valor residual de investimento, a fórmula do custo anual do investimento é:

$$P = (C - L) \cdot (f.r.c.) + Li.$$

Isto é, o valor residual  $L$  é subtraído do valor inicial do investimento  $C$  e os juros simples sobre  $L$  são acrescentados.

### *Método de Depreciação Linear e Juros Simples*

Neste método, o custo anual do investimento é calculado em termos de depreciação linear, isto é, dividindo-se simplesmente o investimento pelo número de anos de sua vida útil. O valor remanescente do investimento decresce, portanto, linearmente de ano a ano. Os juros sobre o investimento, ou seja, a taxa de retorno desejada é calculada sobre esses valores remanescentes do investimento. Assim, as parcelas anuais são desiguais, pois vão decrescendo em progressão aritmética. Para obtermos o custo equivalente anual tomamos a média da progressão aritmética

cujo primeiro termo é  $C_i$  e o último  $\frac{C_i}{n}$ , isto é:

$$\frac{C_i}{2} + \frac{(n + 1)}{n} \cdot \frac{C_i}{n}$$

que somado à depreciação linear  $\frac{C}{n}$ , nos dá o custo equivalente anual do investimento:

$$\frac{C}{n} + \frac{C_i}{2} \cdot \frac{(n + 1)}{n} = C \left[ \frac{1}{n} + i \frac{(n + 1)}{2n} \right] = C(f.r.c.).$$

### *Método do Valor Atual*

Nos dois métodos anteriores, o cálculo era feito em termos do valor anual. Neste método tornamos homogêneos os valores em termos de investimento inicial, isto é, transferimos para o momento presente todos os desembolsos anuais, obtendo-se assim um equivalente único. Descontamos, então, os valores futuros a uma taxa de rentabilidade desejada, que é dada pela seguinte fórmula:<sup>6</sup>

$$C = P \frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n} = P \text{ (f.v.p.)}$$

Onde, C é o valor atualizado de uma série de parcelas P, a uma taxa de rentabilidade i em função de período n.

#### ENGENHARIA ECONÔMICA NA EMPRÊSA E DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento dos métodos de Engenharia Econômica está intimamente ligado à origem e à evolução da empresa moderna. MAX WEBER em seu estudo sobre a origem do capitalismo moderno via como premissa para sua existência a "contabilidade racional do capital como norma para todas as grandes empresas lucrativas que se ocupam da satisfação das necessidades quotidianas".<sup>7</sup>

De fato, somente com a origem da empresa moderna, onde o trabalho passa a ser pago em termos de salários monetários e a atividade econômica visa à obtenção do lucro como fim único e exclusivo, o custo de produção passa a desempenhar papel fundamental, e surge a possibilidade e a necessidade de medir o fim e os meios dessa atividade. Todos esses fatores convergem para dar um caráter de atividade racional à empresa, no sentido weberiano. Dessa forma, passa-se à consideração do fim e dos meios da atividade econômica sob seu aspecto quantitativo, expri-

6) (f.v.p.) fator de valor presente pode ser obtido nas tábuas financeiras. Ver CLAUDE MACHLINE, *op. cit.*.

7) MAX WEBER, *História Econômica General*, México: Fondo de Cultura Econômica, 1961, pág. 237.

mindendo-se em unidades de medida uniforme: a unidade monetária. A Engenharia Econômica é uma expressão dessa racionalidade que caracteriza a empresa moderna.

Num sistema de organização da produção, onde o custo da produção assumia um papel fundamental, o que induzia a um progressivo aperfeiçoamento da técnica de produção, era necessário desenvolver uma metodologia que permitisse subordinar essa tecnologia ao fim da empresa que é obter lucro, conseguindo dessa forma uma integração — na própria empresa — dos meios ao fim. Dêsse modo, a Engenharia Econômica passa a ser cada vez mais utilizada à medida que se desenvolve na empresa moderna a necessidade da racionalização.

Seria de se esperar que se todas as empresas fossem obrigadas a agir racionalmente para alcançar seus objetivos, todo o sistema econômico também se portasse racionalmente. Nem sempre, porém, o axioma matemático que nos diz que o todo é igual à soma das suas partes é verdadeiro. Devido ao caráter limitado dessa racionalidade, que só respeita a cada empresa isoladamente, a sociedade como conjunto não é levada a se comportar racionalmente.

A teoria econômica ortodoxa nos diz que se as decisões individuais fossem tomadas de acordo com o critério do lucro máximo, produziria também satisfação máxima para toda a sociedade, se as leis da oferta e da procura funcionassem livremente e houvesse divisibilidade perfeita de todos os fatores. Isso sucederia porque nessas condições as empresas individuais intercambiariam os fatores até que o valor da produção marginal de cada empresa fosse igual em todas as direções; isto é, o valor do produto marginal do fator é o mesmo em cada um de seus usos. Neste ponto, o produto marginal privado seria igual ao produto marginal social. Há boas razões que põem em dúvida os pressupostos e as conclusões da teoria do equilíbrio:

- As imperfeições do mercado, resultantes da existência das indivisibilidades dos monopólios e do Governo que intervém.

• A interdependência das atividades econômicas, isto é, um investimento numa indústria pode tornar mais lucrativo um outro investimento em outras indústrias, isto é, os lucros de uma empresa podem ser afetados pelas ações de outra sem compensação de uma sobre outra, constituindo esses lucros as economias externas (ou deseconomias).<sup>8</sup>

• Os desequilíbrios na utilização dos fatores pela existência de subemprego ou desemprego aparente ou disfarçado, e escassez de fatores como divisas estrangeiras e capital, fato comum nos países subdesenvolvidos.<sup>9</sup>

A existência das indivisibilidades leva o empresário a produzir mais ou menos do que a quantidade em que seu custo marginal igualaria a receita marginal, ou seja, fora do ponto de equilíbrio onde seus lucros seriam máximos. Portanto, quando ocorre a indivisibilidade, a sociedade como um todo já não operará òtimamente. Outra situação em que o conflito entre o privado e o social se torna mais patente é quando se consideram as economias externas. Como vimos acima, existem economias externas quando uma empresa presta um benefício a outra livremente, isto é, sem compensação. É o caso em que "um investimento numa indústria leva a uma expansão de sua capacidade com diminuição dos preços de seus produtos e a concomitante elevação dos preços dos fatores utilizados pela mesma. A diminuição do preço do produto beneficia aos seus usuários e a elevação dos preços dos fatores beneficia aos vendedores. Quando esses benefícios se dirigem às empresas, em forma de lucro, são economias externas. Lògicamente, esses lucros que constituem as economias

8) TIBOR SCITOVSKY, "Dois Conceitos das Economias Externas", *The Journal of Political Economy*, abril de 1954, reproduzido em A. N. Agarwala & S. P. Singh (org.) *La Economía del Subdesarrollo*, Madrid: Tecnós, 1963, págs. 248 a 258. Ver também P. N. ROSENSTEIN-RODAN, "Problemas da Industrialização do Leste e Sudeste Europeu", *The Economic Journal*, junho-setembro de 1943.

9) Ver JAN TINBERGEN, *Programação para o Desenvolvimento*, Rio de Janeiro — GB, Fundação Getúlio Vargas, 1964, pág. 91. Ver também R. S. ECKAUS, "O Problema das Proporções Fatoriais nas Regiões Subdesenvolvidas", *The American Economic Review*, setembro de 1955.



externas devem ser levados em conta quando se realizam decisões de investimento. Conclui-se, portanto, que quando um investimento origina economias externas, sua rentabilidade privada está abaixo de sua deseabilidade social".<sup>10</sup>

Finalmente, temos o caso em que o custo privado não equivale ao custo social. Isso ocorre nas regiões onde há desequilíbrios estruturais na utilização dos fatores como veremos adiante.

Diante disso, a conclusão que podemos tirar é que a aplicação pelas empresas individuais da Engenharia Econômica na seleção de investimento, visando ao lucro máximo, não conduz a sociedade como um todo a utilizar otimamente os fatores. Esse critério pode provocar desperdícios de fatores ou contrariar os interesses da sociedade.

Todavia, a sua contribuição para a sociedade que depende da eficiência de cada uma das empresas é inegável. Na verdade, todo o desenvolvimento da época do capitalismo clássico se fez nesses termos, onde os "empresários schumpeterianos" eram levados a inovar e reduziam seus custos para garantir o lucro. Mesmo hoje, nos países altamente desenvolvidos, esse critério de maximizar os lucros, mesmo que não seja satisfatório, é o critério razoável, já que as condições de mercado não são tão distantes do modelo teórico como ocorre nos países subdesenvolvidos.

#### ENGENHARIA ECONÔMICA DO PONTO DE VISTA DO DESENVOLVIMENTO

Vimos que se a economia estivesse em equilíbrio e em regime de concorrência perfeita, a produtividade marginal privada seria a mesma em todos os setores e conseqüentemente igual à produtividade marginal social. Nesse caso o mecanismo de preços seria um guia perfeito para a decisão sobre os investimentos, e levaria a uma ótima utilização dos fatores. Nessa situação podemos dizer que os

---

10) TIBO SCITOVSKY, op. cit., págs. 252 a 255.

empresários utilizariam os métodos de engenharia econômica na seleção de investimentos.

Isso não reflete a realidade, principalmente nas economias subdesenvolvidas. Nessas economias, devido às causas acima citadas, os preços não refletem as informações necessárias, surgindo então a necessidade de dispositivos indicadores adicionais.<sup>11</sup>

Se os investimentos fossem realizados de acordo com uma programação ampla, de modo a eliminar as impropriedades do mercado como mecanismo regulador, deveria esperar-se uma eficiência muito maior de todo o sistema econômico e o desenvolvimento seria muito mais acelerado.

Dá a concordância geral quanto à necessidade da programação, mesmo que haja profundas divergências quanto à sua natureza e amplitude. Se pretendemos por meio da programação, dar maior racionalidade à totalidade do sistema econômico, dois aspectos são sempre fundamentais qualquer que seja o seu tipo e o seu alcance:

- Estabelecer os objetivos.
- Estabelecer os meios para alcançar os objetivos.

Quanto aos objetivos, apesar de todas as restrições que podem ser apresentadas, é necessário tomar como ponto de partida que a renda *per capita* é o índice mais apropriado que possuímos para medir o bem-estar social, o que nos permite aceitar a maximização da Renda Nacional como um objetivo fundamental; e os investimentos constituem os instrumentos essenciais para alcançar esse objetivo.

Logo, a análise do investimento de um ponto de vista social, é de fundamental importância para o desenvolvimento econômico. No raciocínio acima, bastante simplificado, a avaliação social do investimento, ou seja a sua

---

11) P. N. ROSENSTEIN-RODAN, Notas sobre a Teoria do Grande Impulso, em Howard S. Ellis (org.), *Desenvolvimento Econômico para a América Latina*, Rio: Fundo de Cultura, 1964, págs. 74 a 86.

produtividade social, seria tomada como o efeito desse investimento sobre a Renda Nacional.

### *Os Métodos de Engenharia Econômica do Ponto de Vista do Desenvolvimento*

Do ponto de vista do desenvolvimento econômico, a análise de investimentos consiste numa apreciação comparativa das alternativas possíveis a fim de determinar a que trará maiores benefícios à coletividade em relação ao complexo de recursos empregados.

Básicamente, o problema consiste em definir e especificar o que se entende por esses benefícios e complexo de recursos, e escolher um método de cálculo. O resultado desse cálculo é geralmente expresso por um coeficiente numérico, que de modo genérico pode ser definido como um quociente entre os "benefícios" que se obtêm da execução do projeto que se procura maximizar, e o "complexo de recursos" empregados, que se procura minimizar.

Logo, esse coeficiente é uma medida de produtividade, tomada no sentido da produção (ou qualquer outro resultado) que se obtêm por unidade de recursos ou conjunto de recursos empregados. E a diferença entre os inúmeros critérios existentes resulta da produtividade que se quer expressar, isto é, do que se coloca no numerador e no denominador da fração. Geralmente, o que se faz é medir a produtividade do recurso escasso, capital, divisas estrangeiras, mão-de-obra etc., procurando sempre maximizar os seus efeitos. Mas como qualquer processo produtivo requer a utilização de mais de um recurso, é interessante levar em consideração a produtividade do complexo de recursos empregados. Por outro lado, quanto aos efeitos oriundos da aplicação desses recursos, que são quantificados no numerador, podem ser medidos de várias maneiras: valor global da produção, valor adicionado na produção, efeito sobre o balanço de pagamentos, efeito sobre o nível de emprego etc., resultando daí a diversidade de critérios. Mais adiante apresentamos dois desses

critérios, de forma bastante sucinta, onde essa diversidade poderá ser melhor visualizada.

### *Os Efeitos do Investimento*

Um dos primeiros problemas que qualquer critério de análise econômica de investimento tem de enfrentar refere-se aos próprios efeitos do investimento. Isto é, a realização de um investimento provoca uma série de efeitos econômicos sobre o meio, numa seqüência causal ilimitada que deve ser devidamente quantificada. Normalmente uma pessoa pode prever e controlar as conseqüências mais imediatas. Assim, o empresário privado, nas decisões de investimento, guia-se pelo lucro que espera obter, isto é, no retôrno sobre o capital que êle investe. Dêsse modo, os efeitos menos imediatos ficam totalmente fora de qualquer consideração.

Os efeitos do investimento podem, então, ser classificados em dois grupos:

- Efeitos diretos: são os efeitos diretamente ligados ao estado produtivo do investimento.
- Efeitos indiretos: são as repercussões sobre o meio econômico provenientes da execução de um investimento. Essas repercussões, tanto podem ser para trás, criando demanda adicional de bens ou serviços que consome, como para a frente, pelos bens ou serviços que passa a oferecer. Dessa maneira, pode dar maiores rendimentos aos seus usuários e criar melhores condições para que surjam novas empresas. Outra repercussão, muitas vêzes chamada de efeitos secundários, é aquela proveniente da utilização da renda criada pelo investimento. A utilização dessa renda pode traduzir-se em variações de consumo, poupança, maior importação, mais impostos etc.

Além dêsses efeitos, há ainda outros de mais difícil quantificação que tanto podem ser positivos como negativos. São os efeitos que afetam as condições de vida da população, transformam os comportamentos, criam uma mentalidade dinâmica, transferem mão-de-obra rural para ati-

vidades industriais etc.. Tôda essa gama de efeitos indirectos constitui o que anteriormente se denominou de economias externas.

### *Preço de Mercado e Custo Social de Substituição*

A avaliação de um investimento implica em atribuir aos bens e serviços a êle relacionados uma medida de valor, que se traduz através do preço. Essa atribuição de preço tem importância muitas vêzes decisiva na avaliação porque nem sempre o preço que vigora no mercado é representativo do valor intrínseco de um bem. Êsse valor intrínseco é o seu custo social de substituição, ou seja, aquilo de que a sociedade deve privar-se para produzir êsse bem. A igualdade entre o preço de mercado e o custo social permitiria verificar, se a economia estivesse em equilíbrio e as leis da oferta e procura agissem livremente, além da plena ocupação dos fatores de produção, completa mobilidade e divisibilidade.

Essas condições não vigoram, notadamente nos países subdesenvolvidos, devido a certos desequilíbrios estruturais, atuação do govêrno, imperfeições do mercado etc., que conduzam a uma divergência entre o preço de mercado e o seu custo social. Certas correções precisam, então, ser feitas nos preços de mercado para que se possa fazer uma avaliação social de um investimento:

1. **Custo Social da Mão-de-Obra** — Nos países subdesenvolvidos, devido à existência generalizada de desemprego aparente ou disfarçado, o nível de equilíbrio do salário está sensivelmente abaixo dos salários vigentes no mercado. Isso devido à existência de diversos fatores como um salário mínimo legal, pressão sindical, contratos coletivos de trabalho etc. Assim sendo, se o custo de um investimento é uma parcela da Renda Nacional, de que a sociedade deve privar-se para produzi-lo, e se nesse investimento se utiliza mão-de-obra antes desempregada, o seu custo social é nulo, dado que antes não contribuia para a formação da Renda Nacional. A determinação desse custo social é bastante difícil. A solução pragmática,

usualmente empregada, consiste em tomar o salário médio de todos os trabalhadores não qualificados do país ou região. TINBERGEN propõe que se tome, desde que a mão-de-obra seja abundante, uma certa porcentagem do preço de mercado.<sup>12</sup>

2. Taxa de Juros — Outro desequilíbrio freqüente nos países subdesenvolvidos é o do nível da taxa de juros. É bastante provável que nesses países, devido a dispositivos legais, empréstimos pelas instituições financeiras do governo ou internacionais etc., a taxa de equilíbrio do juro esteja acima da taxa de mercado. Lógicamente, o emprêgo da taxa de juros vigente no mercado nos levará a distorções e ao emprêgo não racional do fator escasso capital, já que aquela taxa de mercado não reflete o verdadeiro custo.

A solução que TINBERGEN nos dá é que se pode deduzir uma taxa de equilíbrio:

a. “das taxas a que seria possível atrair capital adicional;  
b. da taxa de rentabilidade marginal dos projetos com as devidas correções para cobrir o risco com a inflação se não houver antecedentes, será conveniente, segundo êle, tentar fazer cálculos com 10% ou mais, mesmo que seja só para analisar os resultados”<sup>13</sup>.

3. Taxa Cambial — Geralmente, os governos intervêm no mercado cambial, seja supervalorizando a taxa de câmbio para diminuir as importações e incentivar as exportações ou subvalorizando para evitar que o preço das mercadorias importadas suba, ou para confiscar parte do lucro dos exportadores. Por isso não obteremos o custo real do investimento se usarmos a taxa de câmbio que vigora no mercado, pois na sua elaboração entram transações com divisas estrangeiras. Diversas são os tipos de correção que se propõem. Por exemplo, obtém-se uma taxa aproximada de equilíbrio através da média ponderada das diversas

12) JAN TINBERGEN, *op. cit.*, págs. 84 e seguintes.

13) JAN TINBERGEN, *op. cit.*, pág. 45.

taxas de câmbio de importação e exportação. Um exemplo mais complicado é o emprêgo da taxa de câmbio de "paridade", calculada, baseando-se no poder aquisitivo das moedas.

4. Eliminação de Impostos e Subsídios — A inclusão de impostos e subsídios nos preços de bens e serviços faz com que os preços de venda no mercado não reflitam o seu preço real. Deve-se, portanto, eliminar os impostos e subsídios, tais como as taxas alfandegárias, impostos sobre vendas etc.

#### MÉTODO DE BENEFÍCIOS-CUSTOS

Esse método foi proposto em sua forma mais integrada e sistemática em 1950 pela Federal Inter-Agency River Basin Committee nos Estados Unidos, tendo sido recomendado especificamente para avaliação de investimentos relacionados com o aproveitamento e regularização de bacias fluviais. Desde então, vem tendo larga utilização em diversos países como a Itália, Holanda, Japão etc., e por instituições como Banco Mundial<sup>14</sup>.

Existe certa semelhança entre esse método e os métodos adotados pelos empresários privados. Porém, como esse método avalia do ponto de vista social, o que se considera não é o rendimento sobre o capital investido, mas o aumento de bens e serviços que se espera durante toda a vida útil do investimento, inclusive todos os efeitos indiretos porventura existentes, em relação a soma de todos os seus custos. De fato, se considerássemos apenas os efeitos diretos do investimento a preços de mercado, jamais investimentos de alta prioridade social como estradas, usinas hidrelétricas, água etc., seriam aprovados, pois esses apre-

14) Inicialmente foi apresentado num relatório da Federal Inter-Agency Committee on Water Resources denominado "Proposed practices for economic analysis of river basin projects", Washington, 1950. No presente trabalho seguimos as apresentações de VITTORIO MARRAMA, *Problemas e Técnicas de Programação Económica*, Lisboa: Clássica Editôra, sem data, pág. 177 e seguintes e o Manual de Projetos das Nações Unidas, México, 1958.

sentam um baixo coeficiente benefícios-custos diretos (que pode ser até nulo caso não se venda o bem ou serviço produzido).

Os principais elementos dêsse método podem ser assim definidos:

*Custos Diretos* — São constituídos pelo valor dos bens e serviços empregados na construção, manutenção e funcionamento do projeto de investimento, durante tôda a sua vida útil.

*Custos Associados* — São os custos que se incorrem para pôr em condições de uso e venda os bens e serviços produzidos. Por exemplo, o agricultor para se beneficiar de um projeto de irrigação, tem de fazer certas despesas acima do normal para aproveitar a terra, como despesas de mão-de-obra adicional, fertilizantes etc.

*Custos Secundários* — São constituídos do valor dos bens e serviços que se utilizarão em conseqüência do investimento, excluídos os custos diretos e custos associados. São derivados ou induzidos pelo investimento compreendendo o custo de elaboração posterior dos bens e serviços obtidos diretamente do investimento.

*Benefícios Primários ou Diretos* — São constituídos do valor dos bens ou serviços que se obtém mediante a utilização dos recursos compreendidos pelos custos diretos e associados. Isso equivale ao valor dos bens ou serviços obtidos diretamente do investimento proposto.

*Benefícios Secundários ou Indiretos* — São os valores que se adicionam, além dos benefícios diretos, como resultado das atividades adicionais que resultam indiretamente do investimento pela sua repercussão sôbre o meio econômico. Por exemplo, maiores lucros das emprêsas que se utilizam dos seus produtos, maior venda das emprêsas da região em virtude da renda gerada pelo investimento, criação de fatores favoráveis à implantação de novas indústrias etc.



*Benefícios Imponderáveis* — São aqueles que não podem ser calculados em termos monetários, como, por exemplo, o embelezamento da paisagem para fins de turismo, as variações meteorológicas etc., que tanto podem ser positivos como negativos.

*Benefícios Líquidos* — São os benefícios, quer primários, quer secundários, deduzidos dos custos associados, isto é, os benefícios primários líquidos são iguais aos benefícios primários brutos, menos os custos associados; os benefícios secundários líquidos são iguais aos benefícios secundários brutos menos os custos associados.

### *Comparação Entre Benefícios e Custos*

Definidos e individualizados os benefícios e os custos para podermos avaliar se o investimento é economicamente aceitável, devemos comparar o fluxo desses benefícios e custos durante toda a sua vida útil. Como eles se apresentam em formas físicas e em períodos diferentes, para torná-los homogêneos, adotam-se os seguintes critérios:

1. **Preço:** O comitê recomenda o uso de preços de mercado, que se presume vigorem no momento em que se processam os benefícios e os custos. Consideram-se nulos os efeitos da produção adicional do investimento que está sendo feito sobre os níveis futuros de preços. O comitê reconhece, em princípio, a necessidade de fazer ajustes aos preços de mercado, mas não lhes dá a devida importância. Devemos lembrar que a sua omissão, em certos casos, pode levar a grandes distorções como já discutimos anteriormente.
2. Para eliminar o problema da diferença de períodos em que se desenvolvem os benefícios e os custos usam-se, indiferentemente, os *Métodos de Valor Atual* ou *Custo Anual*.
3. *O coeficiente de Avaliação*, nesse método, obtém-se pela divisão dos benefícios líquidos do investimento, como foi definido acima, pelo seu custo total.

A fórmula que se obtém é a seguinte:

$$\frac{(B_d - C_s) + (B_i - C_s) + B_{imp}}{C_d + C_a + C_s}$$

Onde,  $B_d$  = Benefícios diretos

$B_i$  = Benefícios indiretos

$B_{imp}$  = Benefícios imponderáveis

$C_d$  = Custos diretos

$C_a$  = Custos associados

$C_s$  = Custos secundários.

O QUADRO 1 fornece dados relativos a um projeto de irrigação nos Estados Unidos, onde o cálculo da relação benefícios-custos se mostra bastante favorável, principalmente, quando se consideram os benefícios indiretos. Observe-se, ainda, que alguns efeitos imponderáveis foram incluídos no item benefícios públicos. No cálculo do custo equivalente anual do investimento, aplicou-se o método do custo anual.

#### MÉTODO DE CHENERY

Um método mais sofisticado do que o de Benefícios-Custos foi desenvolvido por HOLLIS B. CHENERY<sup>15</sup>, que mede a produtividade do capital em termos de seu efeito sobre a Renda Nacional.

Segundo CHENERY, para estabelecer um critério de análise de investimento, é preciso observar certas questões que considera básicas:

15) HOLLIS B. CHENERY, "The Application of Investment Criteria", *Quarterly Journal of Economics*, fevereiro de 1953, págs. 76 a 96. Seguimos também os resumos apresentados no Manual de Projetos das Nações Unidas e JEAN BEGUE, "Sur les Critères de Choix des Projets Specifiques d'Investissement", *Tiers-Monde*, Tomo VI, n.º 24, outubro-dezembro de 1965, págs. 873 a 890.

**QUADRO 1 — Exemplo de Aplicação do Método de Benefícios-Custos**  
 Benefícios e custos do desenvolvimento inicial do projeto de  
 barragem Chief Joseph

(Estados Unidos)

(milhares de dólares)

---

**Benefícios:**

Benefícios diretos .....	509
Benefícios indiretos:	
Resultados do projeto .....	494
Induzidos pelo projeto .....	300
Total .....	794

**Benefícios públicos:**

Maiores oportunidades de emprêgo .....	191
Melhoramentos diversos .....	61
Benefícios totais da irrigação .....	1.555
Dedução por atrasos de utilização .....	179
Benefícios líquidos anuais .....	1.376

**Custos:**

Investimento líquido da autoridade Federal .....	5.624
Equivalente Anual dos custos de investimento .....	154
Custos Anuais de Manutenção e Funcionamento .....	77
Total dos custos anuais .....	231
Relação Benefícios-Custos .....	5,95
Relação Benefícios Diretos-Custos .....	1,94

---

FORTE: Eckstein, *Water resource development: the economics of projects evaluation*, Harvard University Press, 1958, pág. 222, citado em Vittorio Marrama, *Problemas e Técnicas de Programação Econômica*, Lisboa: Clássica Editôra, pág. 195.

- Nos países subdesenvolvidos, os custos e os lucros privados podem ser muito diferentes dos custos e lucros sociais.
- Para se obter um critério eficiente de investimento é necessário medir a produtividade social, o que exige o encontro de u'a maneira prática de medir a produtividade marginal social e de decidir a partir dessa medida.
- Como os investimentos têm na realidade efeitos bastante amplos, os critérios que consideram apenas um efeito — como por exemplo a criação de empregos — podem levar a conclusões totalmente errôneas. Teoricamente, todos os efeitos deviam ser considerados, mas por limitações práticas, CHENERY considera somente o efeito sobre o Produto Nacional e sobre o saldo do Balanço de Pagamentos. Chamando assim produto marginal social a quantidade:  $\Delta U = \Delta Y - r\Delta B$  (onde  $Y$  = renda nacional,  $B$  = saldo do balanço de pagamentos e  $r$  = coeficiente de correção).
- CHENERY elimina do valor da produção atribuída ao investimento, aos subsídios, às tarifas e aos impostos indiretos, e recomenda o emprêgo de custos sociais e a consideração das economias externas.

Levando em consideração as questões acima, a fórmula geral que CHENERY apresenta é a seguinte:

$$PMS = \frac{X + E - Mi}{K} - \frac{L + Md + O}{K} + \frac{r(aB1 + B2 + B3)}{K} \quad (1)$$

Onde, PMS é a "Produtividade Marginal Social", que é igual ao "incremento médio anual da Renda Nacional",

$\left( \frac{X + E - Mi}{K} - \frac{L + Md + O}{K} \right)$  mais "um equivalente do balanço de pagamentos"  $\frac{r(aB1 + B2 + B3)}{K}$

Os seus símbolos têm os seguintes significados:

- K** = incremento de capital ou investimento;
- X** = aumento do valor da produção anual originado pelo investimento, a preços de mercado, depois de deduzido os impostos, subsídios e tarifas;
- E** = valor adicionado à produção devido às economias externas;
- Mi** = custo das matérias-primas importadas;
- L** = custo da mão-de-obra;
- Md** = custo das matérias-primas nacionais;
- O** = custos fixos e de administração, inclusive depreciação;
- r** = unidade de Renda Nacional equivalente ao melhoramento do Balanço de Pagamentos em uma unidade, devido ao efeito de supervalorização ou subvalorização das taxas de câmbio. Obtém-se subtraindo a taxa de câmbio real da taxa oficial e dividindo a diferença pela taxa oficial. Assim,  $r = O$  quando o balanço de pagamentos está em equilíbrio;
- a** = fator de recuperação de capital (f.r.c.);
- B1** = efeito da instalação do projeto sobre balanço de pagamentos (parte do investimento que envolve pagamentos em moeda estrangeira);
- B2** = efeitos diretos do funcionamento do projeto: aumento de exportação, substituição de importação, necessidades de importação para produção dos bens em questão, ou redução de importação de bens substituíveis pelo bem em questão;
- B3** = efeitos indiretos do funcionamento do projeto: efeito  $m$  multiplicador do funcionamento inflacionário do consumo e efeito multiplicador do câmbio no saldo de comércio exterior.

Na fórmula (1) trocando a ordem de seus termos temos:

$$\text{PMS} = \frac{X - (M_i + L + M_d + O)}{K} + \frac{E}{K} + \frac{r(aB_1 + B_2 + B_3)}{K} \quad (2)$$

Assim, vê-se que o primeiro termo,  $X - (M_i + L + M_d + O)$ , representa os lucros, isto é, o valor da produção menos seus custos, corrigidos pelos impostos, subsídios e tarifas e pelo custo social da mão-de-obra. O segundo termo,  $E$ , representa as correções devidas às economias externas e o terceiro membro representa a correção da taxa de câmbio, em que se procura medir os efeitos de uma possível supervalorização ou subvalorização da taxa cambial.

Fazendo as seguintes substituições na equação (1):

$$V = X + E - M_i$$

$$C = L + M_d + O$$

$$B = aB_1 + B_2 + B_3$$

temos:

$$\text{PMS} = \frac{V}{K} - \frac{C}{K} + \frac{rB}{K} \quad (3)$$

Onde,

$V$  = valor bruto da produção, corrigido pelos impostos, subsídios, tarifas e economias externas, excluídos os materiais importados. É o "valor social agregado interno";

$C$  = custo total dos fatores nacionais;

$B$  = efeito líquido total sobre o balanço de pagamentos.

Finalmente, a equação (3) pode ser apresentada da seguinte forma:

$$PMS = \frac{V}{K} \cdot \frac{V - C}{V} + \frac{rB}{K} \quad (4)$$

que é idêntica à equação (3), e nos mostra que a produtividade marginal social é igual a soma do produto da produtividade do capital  $\frac{V}{K}$  pela porcentagem de lucro

$\frac{V - C}{V}$  mais o efeito sôbre o balanço de pagamentos  $\frac{rB}{K}$ .

A aplicação prática dêsse método encontra dificuldades maiores que no método de benefícios-custos, porém, êle é bem mais completo como se pode notar, pois "propõe a avaliação total dos projetos de investimento, isto é, considera os efeitos combinados; baseia-se na produtividade do capital e no complexo de recursos; expressa benefícios do investimento em têrmos de lucro e efeitos totais, avaliados socialmente mediante a inclusão de economias externas, do uso da taxa de câmbio de equilíbrio, da eliminação dos impostos e subsídios e do uso do custo social de substituição".

Deixamos a conclusão ao próprio CHENERY que nos diz: "que a margem de erros envolvidos em cálculos dêsse tipo, em países insuficientemente desenvolvidos, pode levar alguns leitores a duvidar da conveniência de tôda a operação. Todavia, é minha opinião que os obstáculos para alcançar os resultados desejáveis através das fôrças do mercado são tão grandes que êles reduzem o valor social do investimento, a menos que se realize um esforço para ajustá-los nos cálculos. O método proposto é essencialmente um esforço para fazer tais correções com respeito à diferença entre a rentabilidade privada e a social".

#### *Exemplo de Aplicações do Método de CHENERY*

O próprio CHENERY nos dá diversos exemplos de aplicação de seu método em casos concretos. Reproduzimos, a seguir, um dêles que foi apresentado simplificadaamente no Manual de Projetos das Nações Unidas:

QUADRO 2 — *Produtividade Marginal Social em Projetos Industriais na Grécia*

		Fertilizantes Nitrogenados	Cimento	Fertilizantes Fosfatados	Ácido Sulfúrico	Soda
Investimento K		17.000	6.750	2.450	1.450	3.500
Produtividade do Capital	$\frac{V}{K}$	0,67	0,93	0,74	0,52	0,41
Relação Custos-Capital	$\frac{C}{K}$	-0,29	0,37	-0,37	-0,11	-0,27
Efeitos sôbre o balanço de						
Pagamentos	$\frac{rB}{K}$	0,35	0,07	0,07	0	0,09
Margem	$\frac{V-C}{K}$	0,56	0,60	0,49	0,79	0,34
PMS		0,73	0,63	0,44	0,41	0,23

Pode-se notar, pelo exemplo acima, que a prioridade, adotando-se o critério de CHENERY da "Produtividade Marginal Social", cabe à indústria de fertilizantes nitrogenados. Se tivéssemos adotado um critério parcial, como

a relação  $\frac{V}{K}$  a indústria de cimento teria alta prioridade;

se o critério fôsse o efeito sôbre o balanço de pagamentos teriam prioridade os fertilizantes nitrogenados e, finalmente, se o critério fôsse o lucro sôbre as vendas, a prioridade caberia ao ácido sulfúrico.