

Análise de investimento em motores de rendimento elevado

PAULO AMADO

Eng. Electrotécnico (FEUP)

resumo

Neste artigo sintetizam-se os métodos usados na análise de investimento e propõe-se uma metodologia a seguir na análise de investimentos em motores de rendimento elevado. São calculados os cash flows actualizados, determinado o período de recuperação, a taxa de rentabilidade interna e é feita uma análise de sensibilidade a alguns parâmetros. Um exemplo completa a descrição.

abstract

This paper presents the standard procedures for evaluating any capital investment and proposes a methodology to analyse the investment in high-efficiency motors. The resulting cash flow is calculated, the future cash flows are discounted to present value, the pay-back period and the internal rate of return are calculated. A sensitivity analysis is made. An example is presented.

1. Introdução

1.1. Generalidades

Para se expandirem, melhorarem, manterem o seu nível de produção ou implementarem a sua estratégia, as empresas têm frequentemente de efectuar aquisições que implicam decisões não só técnicas como também económico-financeiras. A decisão financeira tem uma grande importância. É muitas vezes esquecida ou deixada para segundo lugar e é sabido que

pode criar condições para expansão da empresa ou, ao contrário, acelerar o seu declínio.

Em primeiro lugar a empresa terá que dispor dos meios monetários necessários ao investimento que irá fazer. Há que procurar o equilíbrio entre os meios disponíveis e as necessidades de financiamento. Por muito bom e útil que seja o investimento, este não poderá comprometer a autonomia financeira da empresa e/ou a sua capacidade de endividamento. Mas mesmo admitindo que há disponibilidade de meios, a decisão de investir implica necessariamente riscos

muitas vezes grandes. O investimento envolve o comprometimento de recursos da empresa ⁽¹⁾ na expectativa de benefícios futuros que superem esse custo. Investir será por conseguinte trocar as despesas presentes, ou melhor, as aplicações presentes por receitas futuras. A decisão assentará portanto em dados futuros, e como não se está no campo da futurologia, o processo terá que passar por um conjunto de fases cuidadosamente preparadas, com apertado sentido crítico, tendo em conta reduzir o risco das decisões. Tudo isto não elimina o risco por inteiro, mas deverá reduzi-lo, «medi-lo» e deverá equacionar os aspectos aleatórios das opções tomadas.

Muitos são os parâmetros aos quais o gestor terá que estar atento, sobre os quais se deverá debruçar. A sua decisão tem que se inserir na «globalidade» da empresa. Terá que contemplar um conjunto de parâmetros que estão interligados e que implicam a tomada de um conjunto de decisões parcelares (industriais, técnicas, comerciais, financeiras, humanas...) garantindo sempre a rendibilidade das suas aplicações sem pôr em risco a continuação da actividade da própria empresa.

É vulgar só se dar atenção a investimentos de grande vulto (mesmo que pontuais). Os de pequeno volume (mesmo que frequentes) são levemente considerados. Não se aplica uma atitude igualmente crítica e dinâmica de modo a garantir um tratamento idêntico e coerente em todas as aquisições da empresa. No entanto, com a aplicação dos meios actuais de tratamento automático da informação e de cálculo é muito fácil criar rotinas que permitirão não só obter facilmente (e com baixo custo) elementos necessários à tomada de decisões como também libertar pessoas desse trabalho fatigante.

Não se pretende neste artigo efectuar uma análise geral sobre investimentos. Embora propondo à consideração dos leitores uma metodologia a seguir na análise de investimentos «alternativos», que pode ser facilmente generalizada, pretende-se na circunstância olhar de modo particular para motores de rendimento elevado.

Parte-se da hipótese que a decisão de adquirir um motor foi tomada e pretende-se somente saber se se há-de optar por um motor normal ou por um motor de rendimento elevado (necessariamente mais caro).

1.2. Consumo e custo da energia

Como o próprio nome sugere, um motor de rendimento elevado, tendo um rendimento maior que o do motor normal, desperdiçará menos energia. O agra-

vamento abrupto do custo da energia na década de 70 e a consciência de que os recursos energéticos são escassos e não podem ser desperdiçados, provocou uma atenção redobrada aos problemas do consumo da energia. Admitindo que alguma vez tivesse existido um «equilíbrio» entre o rendimento dos equipamentos e o seu custo, como o agravamento do custo da energia tem sido maior que o dos equipamentos (e tudo indica que assim se manterá) a situação vai-se desequilibrando de dia para dia. Estatísticas de vários países mostram o agravamento do custo da energia e das suas previsões não se vislumbra para já qualquer mudança de tendência.

Entre nós o custo da energia eléctrica facturada às indústrias não tem sido uniforme; varia com os contratos. Para nos «situarmos» apresenta-se na figura 1 a evolução do custo do kWh facturado nos últimos anos pela EDP a uma fábrica da Efacec ⁽²⁾.

Muitos outros factores, além do custo da energia, deverão ser tidos em conta na análise destes investimentos, como, por exemplo, a manutenção exigida e o seu custo, a facilidade de instalação e substituição, etc. No caso presente, um motor de rendimento

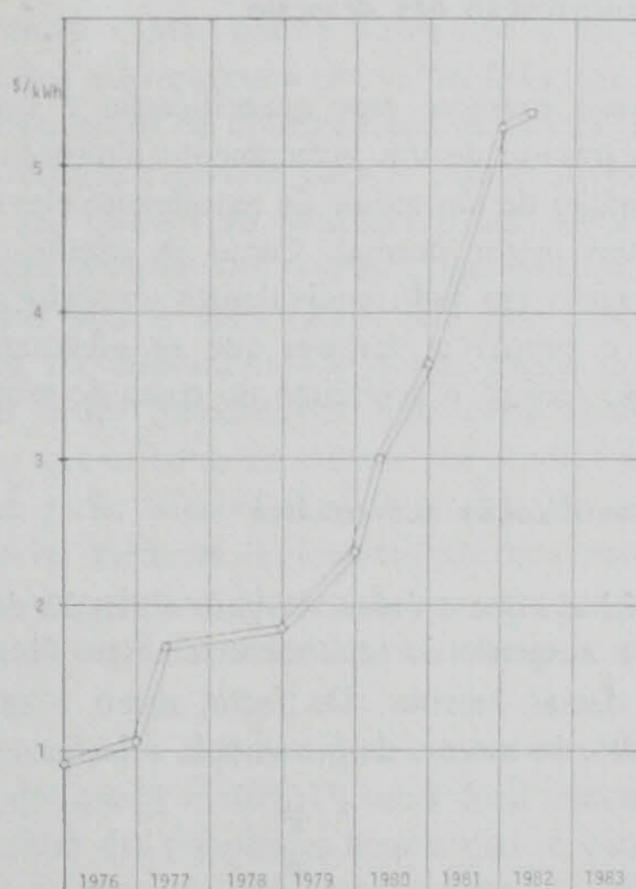


Fig. 1 — Evolução do custo da energia eléctrica activa ao longo dos anos

⁽¹⁾ Mesmo quando há disponibilidade de recursos, o seu custo não é nulo como muitas vezes se ouve dizer. Nesse caso o seu custo mede-se pela ausência de remuneração que se obteria pela colocação alternativa desses recursos (é um custo de oportunidade).

⁽²⁾ A tarifa nacional para usos domésticos é de 6\$45/kWh na data em que este artigo foi escrito.

elevado será nestes aspectos melhor que o motor normal. À partida é um motor «mais folgado», sendo de aceitar uma esperança de vida substancialmente maior, custos de manutenção e instalação perfeitamente equivalentes aos normais. Por simplicidade de raciocínio aceita-se aqui que deste ponto de vista os motores serão perfeitamente equivalentes. A única diferença será no rendimento, que se traduzirá em consumos de energia diferentes.

2. Critérios para análise de investimentos

Como já foi dito, investir significa «trocar» os bens presentes por receitas futuras. E só se deverá efectivar essa troca quando o saldo for favorável à empresa, que na generalidade se pretende rendível qualquer que seja o sistema económico onde se insira.

Ter-se-á pois que quantificar o valor das despesas (isto é, dos bens a aplicar) e das receitas e estabelecer critérios que permitam efectuar a comparação entre ambas.

2.1. Quantificação das despesas

No caso presente esta quantificação é imediata. De facto trata-se de um investimento alternativo, isto é, a aquisição de um motor de rendimento elevado em vez de um motor normal. Como se admite que os motores serão em tudo equivalentes (excepto no rendimento e preço) a despesa que se efectuará com esta opção será só o acréscimo do custo do motor.

2.2. Quantificação das receitas

Admitindo que a única via para obtenção de receitas será o aumento do rendimento⁽³⁾, será fácil obter o valor dessas receitas. De facto, como é sabido o rendimento do motor, define-se pela relação

$$\eta = \frac{P}{P_a}$$

onde

P — potência útil em kW

P_a — potência absorvida em kW.

Para a mesma potência útil pretendida o motor de maior rendimento absorverá menos energia da rede, pois

$$P_a = \frac{P}{\eta}$$

O consumo anual de energia será então

$$W = P_a \cdot C \cdot N \quad (\$)$$

onde

C — custo do kWh em \$

N — n.º de horas de funcionamento anual do motor.

A poupança anual (receita) que se obterá, utilizando um motor de rendimento elevado em vez de um motor normal será

$$S = P \cdot C \cdot N \cdot \left(\frac{100}{\eta_n} - \frac{100}{\eta_{RE}} \right) \quad (\$)$$

onde

η_n — rendimento do motor normal em %

η_{RE} — rendimento do motor de rendimento elevado em %.

2.3. Métodos de análise

Existem vários métodos para realizar a análise de investimento quantificando a sua rentabilidade. Há-os mais simples (e menos rigorosos), chamados **métodos tradicionais** ou contabilísticos, e os mais completos (mas também mais complexos), vulgarmente designados **métodos baseados na actualização** ou métodos económicos.

Para tornar menos monótona a exposição, esta será feita com a apresentação simultânea de um exemplo. Admita-se então que para o accionamento de determinada máquina se pretende adquirir um motor com 1,5 kW de potência útil para funcionar à plena carga durante 4000 horas/ano. Pode optar-se por um motor normal cujo preço é de 8340\$00 e o rendimento de 71,7% ou por um motor de rendimento elevado cujo preço é de 10 369\$00 e o rendimento de 77,2%. Admitindo que o preço da energia é de 4\$30/kWh, a opção pelo motor de rendimento elevado provocará:

— Despesas (acrécimo):

$$I = 10\,369 - 8340 = 2029 \quad (\$)$$

⁽³⁾ Não considerando pois as vantagens resultantes da melhoria do factor de potência tantas vezes conseguida com estes motores.

— Receita anual:

$$S = 1,5 \cdot 4\$30 \cdot 4000 \cdot \left(\frac{100}{71,7} - \frac{100}{77,2} \right) = 2564 (\$)$$

2.3.1. Métodos tradicionais

a) Na sua formulação mais simples a rentabilidade de um investimento pode «medir-se» pela relação:

$$R = \frac{\text{Receita anual}}{\text{Despesa realizada}} \cdot 100 (\%)$$

No exemplo vem

$$R = \frac{2564}{2029} \cdot 100 = 126\%$$

b) No entanto o método tradicional mais divulgado é o chamado **período de reembolso**. Este método não mede a rentabilidade do investimento, mas dá uma indicação do tempo ao fim do qual as receitas (ou rendimentos gerados) proporcionam o reembolso integral da despesa ou capital investido:

$$PR = \frac{\text{Despesa realizada}}{\text{Receita anual}} \text{ (anos)}$$

No exemplo resulta

$$PR = \frac{2029}{2564} = 0,79 \text{ anos (= 9,5 meses)}$$

Com este índice o gestor avalia melhor o risco que correrá. Será tanto maior quanto maior for o **PR**.

Como facilmente se compreenderá estes métodos enfermam de deficiências e limitações mais ou menos graves que escurecem a grande vantagem que lhes advém da simplicidade da sua aplicação.

2.3.2. Métodos baseados na actualização

Uma das grandes deficiências dos métodos anteriores é que neles são comparadas despesas de **hoje** com receitas de **amanhã**.

Obter uma receita hoje não é a mesma coisa que obter uma receita daqui a um ano. Dispondo de 10 contos hoje, ao fim de um ano ter-se-á um pouco

mais só com o trabalho de os depositar no banco e deixar «capitalizar»

$$C_n = C_o (1 + j)^n$$

onde:

C_n — capital ao fim de n anos

C_o — capital inicial

j — taxa de juro anual

n — número de anos

Ou, dizendo de outro modo, 10 contos a receber daqui a um ano serão equivalentes, hoje, a um valor inferior. Para comparar portanto a despesa feita **hoje** com a receita de **amanhã** ter-se-á que **actualizar** essa receita

$$C_o = C_n (1 + j)^{-n}$$

Levanta-se aqui uma dificuldade, que é a determinação do valor da taxa de juro de actualização j .

O ideal seria «encontrar» no mercado um investimento «comparável» em termos de risco e duração cuja taxa de remuneração fosse conhecida e usar um valor idêntico. Mas muitas vezes isso é impossível e ter-se-á que «determinar» um valor. Esta taxa terá que «cobrir» o custo de oportunidade do capital investido (o rendimento esperado para o capital investido não poderá ser inferior ao rendimento que se obteria em colocações alternativas possíveis, das quais o depósito no banco será a mais fácil), terá que compensar a privação da disponibilidade desses meios monetários e, além disso, proporcionar uma certa compensação do risco que se corre ao esperar por rendimentos futuros que serão afectados naturalmente de incertezas maiores ou menores. Evidentemente que cada gestor tem (ou deveria ter), dentro do seu «espaço de manobra», uma ideia do valor aproximado para essa taxa de juro.

Retomando o exemplo que se vem considerando e admitindo que $j = 30\%$ ⁽⁴⁾ será fácil determinar o valor actual das poupanças anuais que se conseguirão com os motores de rendimento elevado. Admitindo que será de 8 anos o período considerado para a avaliação do investimento ⁽⁵⁾ e que o custo da energia eléctrica subirá à taxa anual de $i = 30\%$, pode estabelecer-se o quadro I.

⁽⁴⁾ A taxa mínima dos empréstimos bancários ultrapassa já os 25% (à data em que o artigo foi escrito).

⁽⁵⁾ Durante este período de tempo o motor de rendimento elevado funcionará 30 000 horas não sendo pois de admitir qualquer manutenção especial intermédia.

QUADRO I

Cálculo do valor actualizado das poupanças anuais
(valores em escudos)

Designação	n (anos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Investimento inicial		2 029							
Poupança anual (S ₁)			2 564							
Valor inflacionado da poupança anual (i=30%)			2 564	3 333	4 332	5 632	7 322	9 518	12 374	16 086
Total do valor actualizado da poupança $= \sum_{k=1}^8 S_1 (1+i)^{k-1} / (1+j)^k$		15 778								

Dispõe-se agora do valor do capital investido e das receitas actualizadas que esse investimento vai gerar. No entanto estas receitas não são líquidas. Na realidade ter-se-á que deduzir a esse valor os impostos que a empresa terá que pagar pelo facto de obter essa receita.

Como se sabe o regime fiscal prevê que possa ser reduzido na matéria tributável o valor das reintegrações e amortizações e para isso considera que a reintegração do equipamento será feita à taxa de 12,5%/ano (o que dá 8 anos para a reintegração completa). (Evidentemente que poderá ser considerada «tecnicamente» outra taxa, mas como nessa altura os benefícios fiscais não são integralmente aproveitados é hábito efectuar as reintegrações e amortizações durante o período indicado). A receita anual do investimento será então o valor do lucro líquido anual (obtido após a redução dos impostos) mais o valor anual das reintegrações (que tinha sido deduzido para a determinação do «lucro líquido fiscal»). A receita anual será pois o valor total dos «meios libertos» por esse investimento conhecido habitualmente por «cash flow». Dispõe-se agora sim do valor actualizado das receitas. De notar ainda que existe um último rendimento que será o valor residual ou final do equipamento (valor comercial do equipamento no fim do período de duração da análise do investimento). Admite-se no caso presente, por simplicidade, que esse valor será nulo. Poder-se-á então estabelecer um resumo no quadro II.

Fica-se agora em condições de comparar as despesas com as receitas sem os inconvenientes dos méto-

dos tradicionais. São usados habitualmente os seguintes índices:

a) Período de reembolso actualizado — PRA

$$PRA = \frac{\text{Investimento total}}{\text{Cash flow médio anual (valor actualizado)}} = \frac{I}{\sum_{k=1}^n (CF)_k \cdot (1+j)^{-k} / n} \text{ (anos)}$$

No exemplo considerado calcula-se

$$PRA = \frac{2029}{9011/8} \approx 1,8 \text{ anos}$$

b) Benefício actualizado líquido — BAL

$$BAL = \left\{ \begin{array}{l} \text{Valor actual da totalidade dos meios libertos} \\ \text{anualmente (cash flow)} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{Montante do investimento realizado} \end{array} \right\} = \sum_{k=1}^n (CF)_k \cdot (1+j)^{-k} - I$$

No exemplo considerado resulta

$$BAL = 9011 - 2029 = 6982 (\$)$$

Este índice diz quantitativamente se o investimento proporciona rendimentos superiores, iguais ou inferiores às despesas realizadas (6).

(6) As despesas realizadas são o reembolso do capital investido bem como a sua remuneração que está implícita no mecanismo da actualização.

QUADRO II

Cálculo do valor actualizado dos cash flows anuais
(valores em escudos)

Designação	n (anos)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
a Investimento inicial (I)	2 029									
b Poupança anual (S)		2 564								
c Valor inflacionado da poupança anual (i=30%)		2 564	3 333	4 332	5 632	7 332	9 518	12 374	16 086	
d Reintegração [a/8]		254	254	254	254	254	254	254	254	
e Resultado antes de impostos [c - d]		2 310	3 079	4 079	5 379	7 068	9 265	12 120	15 832	
f Provisão para impostos (45%)		1 039	1 386	1 835	2 420	3 181	4 169	5 454	7 125	
g Resultados depois de impostos [e - f]		1 270	1 693	2 243	2 958	3 887	5 096	6 666	8 708	
h Cash flow (CF) [g + d]		1 524	1 947	2 497	3 212	4 141	5 349	6 920	8 961	
Total do valor actualizado do Cash flow $= \sum_{k=1}^8 (CF)_k \cdot (1+j)^{-k}$	9 011									

c) Taxa de rentabilidade interna — TRI

A TRI será uma taxa de actualização que origina um montante de receitas actualizadas (cash flow) igual ao montante do capital investido

$$\sum_{k=1}^n (CF)_k (1 + TRI)^{-k} = I$$

No exemplo considerado:

TRI = 101,3% (muito acima da taxa mínima desejada)

d) Return on Investment — ROI

$$ROI = \frac{\sum_{k=1}^n (CF)_k (1 + j)^{-k}}{I} \cdot 100 (\%)$$

Este índice permite determinar em % o «lucro» por cada «escudo» investido. Há que ter cuidado na utilização deste índice. De facto debaixo deste nome

(ROI) aparecem conceitos e definições diferentes. Optou-se aqui pela definição que aparece habitualmente na literatura anglossaxónica.

No exemplo:

$$ROI = \frac{9011}{2029} \cdot 100 = 444\%$$

2.3.2. Análise de sensibilidade

Com esta análise procura-se avaliar antecipadamente o risco de um investimento mediante a previsão e quantificação dos efeitos nos indicadores de análise provocados por uma modificação no valor atribuído às variáveis. Procura-se ver, por exemplo, qual a alteração provocada na rentabilidade quando os parâmetros ou variáveis considerados tomam valores diferentes dos inicialmente considerados.

3. Metodologia proposta

Propõe-se como metodologia a seguir:

- a) determinação dos cash flows actualizados;

b) comparação do valor actual dos cash flows com o investimento realizado determinando a **TRI** e o **PRA**.

c) elaboração duma análise de sensibilidade para os parâmetros com valores mais duvidosos.

4. Exemplo

É bastante fácil elaborar um programa de cálculo automático para realização desta análise.

Apresenta-se em seguida a análise efectuada com a ajuda dum computador para o exemplo considerado.

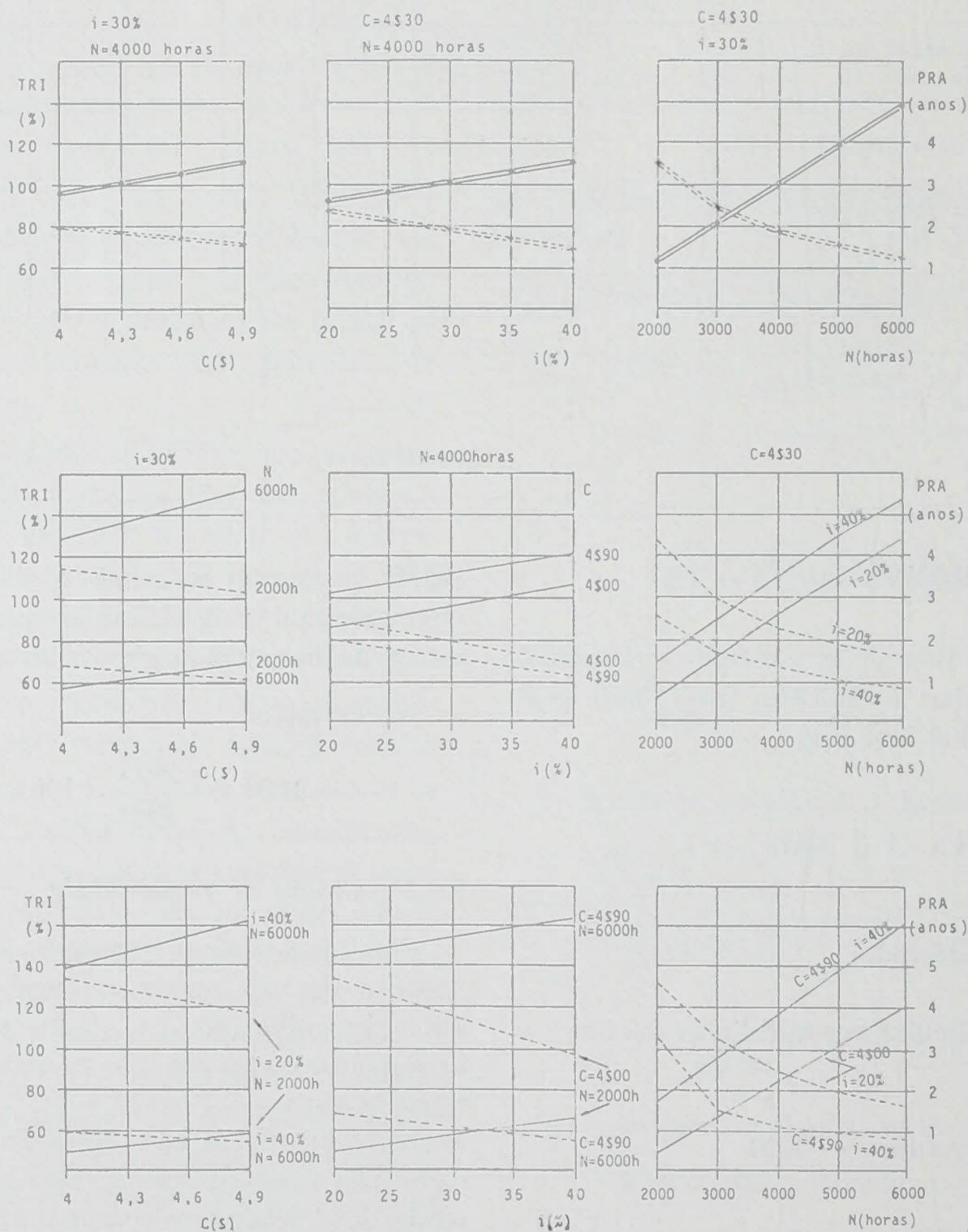


Fig. 2 — Tradução gráfica da tabela de valores da Análise de Sensibilidade

- C** — custo do kWh em \$ (escudos)
- i** — taxa anual para aumento da energia em %
- N** — número de horas de funcionamento/ano
- TRI** — a traço contínuo
- PRA** — a traço interrompido

1 — HIPÓTESES CONSIDERADAS

1.1. Valores de base

Custo do kWh	4,3	\$
Taxa anual prev. p/ aumento da energia	30,0	%
Período para avaliação do investimento	8,0	anos
Período para reintegração do equipamento	8,0	anos
Taxa de juro p/ rend. min. do investimento	30,0	%
Impostos previsionais	45,0	%
Potência do motor	1,5	kW
Preço do motor normal	8 340,0	\$
Preço do motor de rendimento elevado	10 369,0	\$
Rendimento do motor normal	71,7	%
Rendimento do motor de rend. elevado	77,2	%
Horas de funcionamento anual	4 000,0	horas

1.2. Variações a considerar na análise de sensibilidade

Custo do kWh	4 a	5	\$
Taxa anual p/ aum. da energia	20 a	40	%
Horas de funcionamento anual	2 000 a	6 000	horas

2 — RESULTADOS OBTIDOS

2.1. Cash flows actualizados

Anos	Poupança	Reinte-gração	Result. AI	Prov. Imp.	Result. DI	Cash Flows
1	2 564	254	2 310	1 039	1 270	1 524
2	3 333	254	3 079	1 386	1 693	1 947
3	4 332	254	4 079	1 835	2 243	2 497
4	5 632	254	5 379	2 420	2 958	3 212
5	7 322	254	7 068	3 181	3 887	4 141
6	9 518	254	9 265	4 169	5 096	5 349
7	12 374	254	12 120	5 454	6 666	6 920
8	16 086	254	15 832	7 125	8 708	8 961

2.2. Índices

Período de recuperação actualizado (PRA)	1,8	anos
Benefício actualizado líquido (BAL)	5 982	\$
Taxa de rentabilidade interna (TRI)	101,3	%

2.3. Análise de sensibilidade

Tabela de valores:

Taxa p/ aumento Energia (%)	Custo do kWh (\$)	Horas de func.	TRI (%)	PRA (Anos)
-----------------------------	-------------------	----------------	---------	------------

Representação gráfica (fig. 2).

BIBLIOGRAFIA

- [1] ALEXANDRE SILVA, MÁRIO DIAS: *Curso de Gestão Financeira*, Instituto de Formação Social e do Trabalho.
- [2] SIECK, SCHWEISER: *An assessment of energy cost trends on electrical equipment selection for the petro-chemical industry*, IEEE paper number PCI — 79-21.
- [3] SIECK, BECNEL: *Pipe line characteristics and economic considerations of electric pump drives*, IEEE paper number PCI — 79-43.