

Os recursos humanos e o esforço nacional em I & D

1. INTRODUÇÃO

De entre o conjunto de recursos que alimentam e fazem funcionar o sistema científico e tecnológico nacional, os recursos humanos assumem um significado muito particular, que advém da própria natureza das actividades de criação e investigação, essencialmente dependentes da capacidade dos homens.

O potencial científico e tecnológico de um país, conceito-chave em política científica, pode ser considerado como o complexo de interacções entre os factores humanos, financeiros, materiais, de informação e de gestão no domínio da ciência e da tecnologia [1]. É objectivo implícito de qualquer plano nacional de desenvolvimento a racionalização do crescimento do potencial científico e tecnológico e a optimização da eficácia do seu impacto no sistema socioeconómico.

De um modo geral, avaliações globais (e sumárias) dos potenciais científicos e tecnológicos dos vários países têm sido efectuadas com base principalmente em indicadores de natureza económica, que fornecem informação sobre os recursos humanos e financeiros afectos às actividades de ciência e tecnologia. Os efeitos dos restantes conjuntos de recursos e factores são normalmente considerados residuais, dando apenas indicações ou explicando certas diferenças da atitude e comportamento económico de país para país. Não nos afastaremos, contudo, destes pressupostos no presente trabalho, isto é, consideraremos também como condicionantes primários do potencial científico e tecnológico os factores humanos e os de natureza financeira. A importância e a relativa simplicidade das conclusões que avultam deste estudo preliminar validam a aproximação feita.

2. OS FACTORES HUMANOS E FINANCEIRO

No que respeita aos recursos humanos, utilizaremos como indicador o total do pessoal trabalhando em investigação e desenvolvimento experimental (I & D), incluindo investigadores, técnicos e auxiliares (em equivalência a tempo completo — ETC), expresso em relação a 1000 pessoas da população activa, que será representada por: pes. I & D/pop. act. (percentagem).

* Empresa Geral do Fomento, Lisboa.

** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

No que respeita aos recursos financeiros, utilizar-se-á como indicador o valor da despesa total em I & D expresso em relação ao produto interno bruto (PIB), em percentagem, e que será representado por: DTID/PIB (percentagem)¹.

Usando os valores destes indicadores publicados pela OCDE para os anos de 1963, 1971 e 1979 [2], [3], procuraremos analisar globalmente as relações entre os factores humano e financeiro que condicionam o desenrolar das actividades de I & D em países significativos desta zona, nomeadamente os EUA, o Japão, países membros da CEE e da EFTA, a Espanha e Portugal, e conhecer a sua evolução nas últimas duas décadas.

A disparidade dos valores dos dois indicadores escolhidos ($X =$ pessoal em I & D em relação à população activa e $Y =$ despesa em I & D em relação ao produto) para os 18 países em estudo é enorme. Os valores de X variam em 1963 de 12,9 ‰ (EUA) a 0,6 ‰ (Grécia), em 1971 de 13,6 ‰ (EUA) a 0,7 ‰ (Grécia) e em 1979 de 13,7 ‰ (RFA) a 1,28 ‰ (Grécia). Os valores de Y variam de 2,7% (EUA) a 0,2% (Espanha e Grécia) em 1963, de 2,5% (EUA) a 0,2% (Espanha e Grécia) em 1971 e de 2,41% (Suíça) a 0,19% (Grécia) em 1979.

Estes valores estão apresentados nos quadros n.ºs 1, 2 e 3.

Pessoal em I & D e despesa nacional bruta em I & D no ano de 1963

[QUADRO N.º 1]

Países	$X = \frac{\text{Pess. I \& D}}{\text{Pop. act.}}$ (permilagem)	$Y = \frac{\text{DNBID}}{\text{PNB}}$ (percentagem)
EUA	12,9	2,7
Japão	6,2	1,3
RFA (1964)	6,9	1,4
França	7,5	1,7
Reino Unido (1964-65)	11,0	2,3
Itália	2,3	0,6
Canadá	4,3	1,0
Holanda (1964)	9,5	1,9
Suécia (1964-65)	6,5	1,3
Suíça	n. d.	n. d.
Bélgica	5,0	0,9
Austria	1,9	0,3
Noruega	3,8	0,7
Dinamarca	n. d.	n. d.
Irlanda	2,2	0,5
Espanha (1964)	0,7	0,2
Portugal (1964)	1,2	0,3
Grécia (1964)	0,6	0,2

n. d.: não disponível.

Fonte: [2].

¹ Utilizar-se-á o valor da despesa nacional bruta em I & D em relação ao produto nacional bruto (DNBID/PNB) para os anos de 1963 e 1971 [2]. Este indicador é o único disponível para os anos referidos e a sua utilização pode ser considerada equivalente à do indicador DTID/PIB.

Note-se que PNB=PIB+rendimentos recebidos do exterior — rendimentos pagos ao exterior e que DNBID=DTID+I & D executada no exterior — I & D financiada pelo exterior.

Pessoal em I & D e despesa nacional bruta em I & D no ano de 1971

[QUADRO N.º 2]

Países	$X = \frac{\text{Pess. I \& D}}{\text{Pop. act.}}$ (permilagem)	$Y = \frac{\text{DNBID}}{\text{PNB}}$ (percentagem)
EUA	13,6	2,5
Japão	8,2	1,6
FRA	10,6	2,1
França	9,2	1,8
Reino Unido (1969-70)	12,1	2,3
Itália	3,6	0,9
Canadá	5,8	1,2
Holanda	11,2	2,0
Suécia	7,9	1,6
Suíça	10,4	2,0
Bélgica	6,0	1,2
Austria (1969-70)	2,9	0,6
Noruega (1970)	5,7	1,0
Dinamarca	4,6	0,9
Irlanda	3,7	0,7
Espanha (1970)	1,2	0,2
Portugal	1,8	0,3
Grécia	0,7	0,2

Fonte: [2].

Pessoal em I & D e despesa total em I & D no ano de 1979

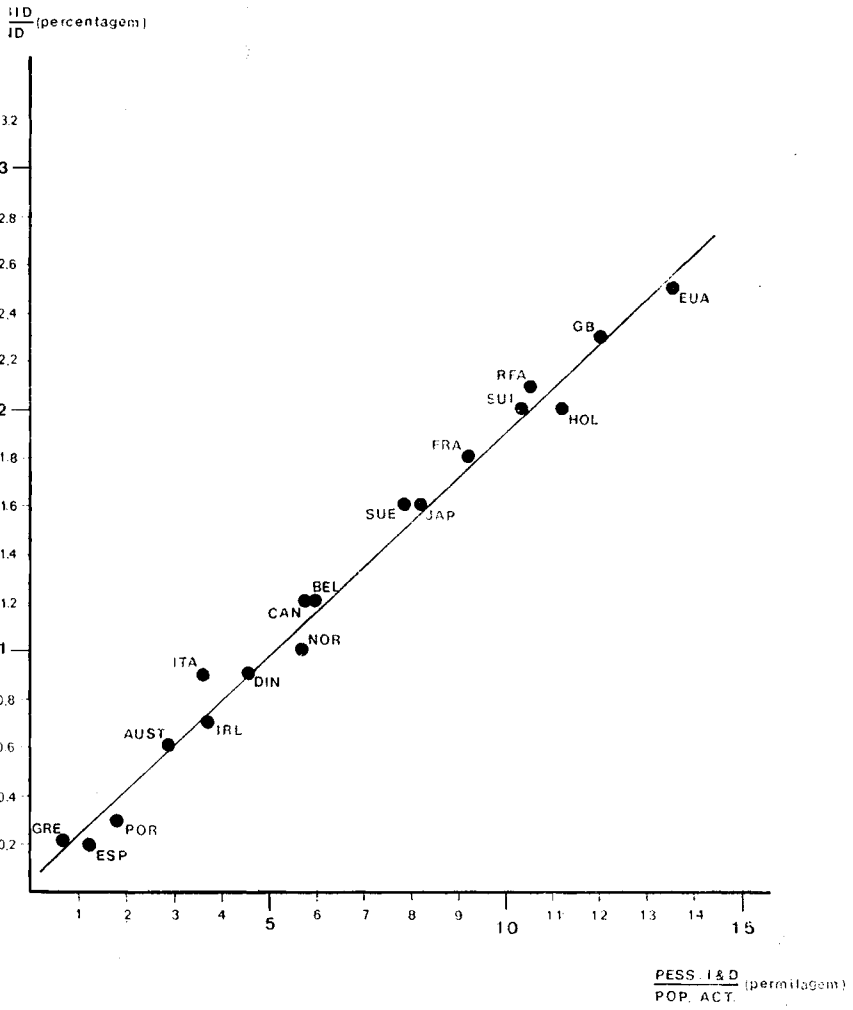
[QUADRO N.º 3]

Países	$X = \frac{\text{Pess. I \& D}}{\text{Pop. act.}}$ (permilagem)	$X = \frac{\text{DTID}}{\text{PIB}}$ (percentagem)
EUA	12,7	2,38
Japão	10,8	2,11
RFA	13,7	2,40
França	10,0	1,81
Reino Unido (1978)	11,7	2,20
Itália	4,21	0,84
Canadá	5,23	1,10
Holanda	10,9	1,99
Suécia	8,54	1,88
Suíça	12,3	2,41
Bélgica	7,76	1,40
Austria (1975)	5,10	0,92
Noruega	7,70	1,36
Dinamarca	5,7	0,97
Irlanda	5,0	0,74
Espanha (1976)	2,0	0,35
Portugal (1978)	1,57	0,32
Grécia	1,28	0,19

Fonte: [3].

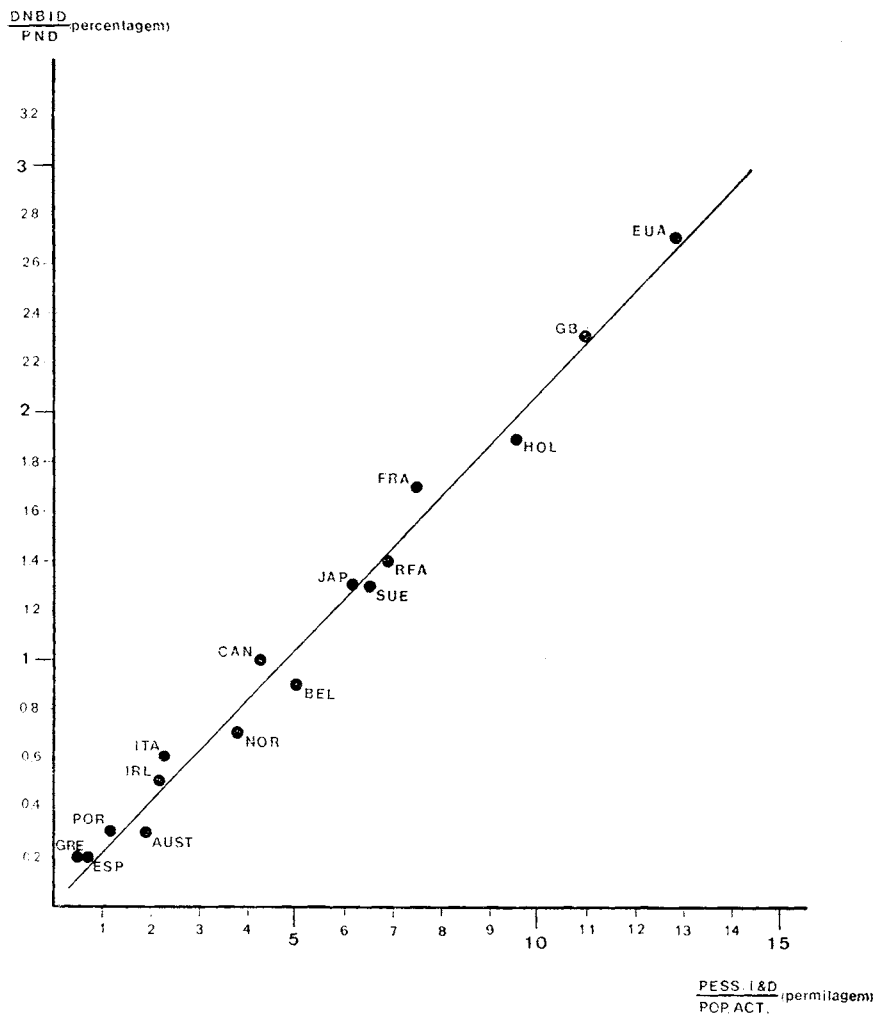
Pessoal em I&D e despesa nacional bruta em I&D no ano de 1963

[GRAFICO I]



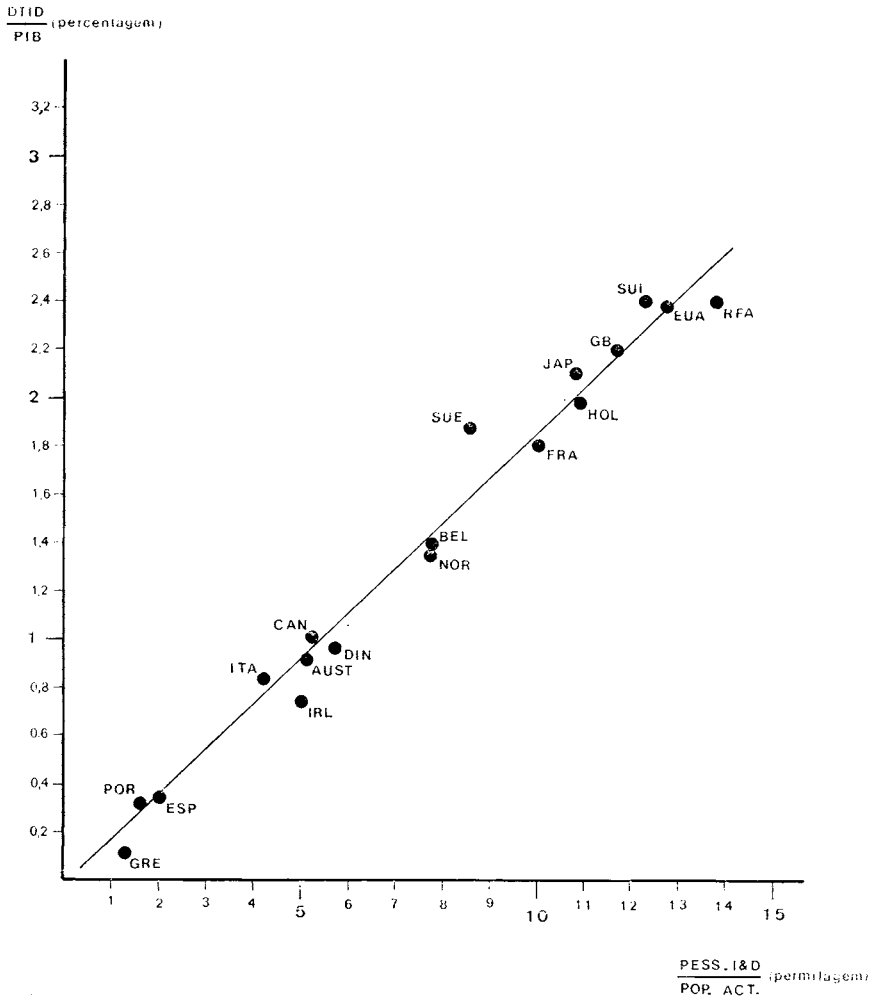
Pessoal em I&D e despesa nacional bruta em I&D no ano de 1971

[GRÁFICO II]



Pessoal em I&D e despesa total em I&D no ano de 1979

[GRÁFICO III]



A observação destes valores permite verificar, por outro lado, que a ordenação dos diferentes países em qualquer dos anos considerados é semelhante, isto é, os países com os valores mais elevados para a despesa em I & D em relação ao produto são os que afectam o maior número de efectivos às actividades de Y & D e vice-versa.

Se agora representarmos os valores inscritos nos quadros n.ºs 1, 2 e 3 pelos gráficos I, II e III, verificamos que existe uma relação muito forte no conjunto dos pares de valores (X, Y).

Com efeito, os pontos referentes a cada país alinham-se segundo rectas (para cada ano considerado) com uma pequena dispersão.

Ajustando ao conjunto de pontos em cada figura uma relação do tipo $Y = AX + B$ (linha recta) utilizando o método dos mínimos quadrados, comprova-se a forte correlação existente. Os valores do coeficiente R^2 são: 0,989 (1963); 0,989 (1971); e 0,979 (1979).

3. DUAS CONCLUSÕES IMPORTANTES

A *primeira conclusão* que se pode tirar dos gráficos apresentados é a de que verifica na prática uma relação linear entre o nível de despesas em I & D e o pessoal total empregue em actividades de I & D, quando expressos em relação ao produto e à população activa respectivamente, pelo menos, para o conjunto de países analisados (de que Portugal faz parte).

A *segunda conclusão* a tirar é a de que, para estes países, a relação entre as despesas e o pessoal de I & D é independente do estágio de desenvolvimento económico e do nível de vida das respectivas populações.

Dois questões importantes poder-se-ão colocar de imediato:

- a) Qual será o significado desta relação de aparente «universalidade» entre os factores humano e financeiro que condicionam a realização de actividades de I & D?;
- b) Quais serão as implicações de tal relação em termos de uma actuação eficaz no domínio da política científica?

Para respondermos à primeira destas questões basta lembrarmo-nos de que as actividades de I & D, por envolverem a criação de novos conhecimentos e ideias, são, por sua natureza intrínseca, mão-de-obra intensivas. Por isso, a grande determinante da formação do custo dos trabalhos de I & D é constituída pelas despesas com os investigadores e tecnólogos e com as equipas de investigação. De facto, as contas nacionais de I & D deste conjunto de países apresentam valores de despesas com salários do pessoal de investigação da ordem dos 50% a 60% do total despendido anualmente, enquanto as despesas de capital representam valores da ordem dos 10% a 20%.

Assim, a proporcionalidade entre os gastos em I & D e o número total de efectivos reflecte simplesmente esta situação. Mas mais interessante será tentar perceber a sua expressão numérica.

Dos gráficos apresentados tira-se aproximadamente (desprezando o coeficiente B) que $Y = 0,2X$, ou seja, que a cada 1% do BIP gasto em I & D corresponde a existência de cerca de 5 trabalhadores em I & D por cada 1000 trabalhadores.

Rearranjando os termos da relação

$$\frac{DTID}{PIB} = k \cdot \frac{\text{Pess. I \& D}}{\text{Pop. act.}}$$

obtemos:

$$\frac{DTID}{\text{Pess. Y \& D}} = k \cdot \frac{PIB}{\text{Pop. total}}$$

Recordando que, no conjunto de países estudados, a percentagem da população activa em relação ao número total de habitantes varia entre 40% e 50% (valores mais baixos, da ordem dos 35 %, correspondem à Holanda e à Irlanda), temos [4]:

$$\frac{DTID}{\text{Pess. I \& D}} \approx 2k \cdot \frac{PIB}{\text{Pop. total}}$$

Tendo em conta as unidades em que representámos as variáveis X e Y (permilagem e percentagem respectivamente), o valor de k é igual a $10 \times A$, ou seja, 2. A relação acima (embora com uma dispersão ligeiramente superior, $R^2 = 0,969$ em vez de 0,979 para o ano de 1979) tem pois um significado concreto: o custo médio da I & D por cada trabalhador é aproximadamente igual a cerca de quatro vezes o «nível de vida médio» de cada país. Isto quer dizer que os salários médios do pessoal de I & D parecem ser fixados em função do rendimento médio nacional.

Tem, pois, interesse analisar a evolução no tempo da relação linear entre as despesas e o pessoal de I & D. Os valores respectivos dos coeficientes A e B ($Y = AX + B$) são:

$$\begin{aligned} 1963 & - A = 0,204; B = 0,029 \\ 1971 & - A = 0,185; B = 0,059 \\ 1979 & - A = 0,189; B = -0,017 \end{aligned}$$

Detecta-se um decréscimo sensível do coeficiente angular A entre os anos de 1963 e 1971 e uma aparente estabilização do seu valor ao longo dos anos 70² (medida através dos pontos-limite 1971 e 1979). Traduzirá este facto uma progressiva «banalização» da ciência, aliás na sequência do desenvolvimento espectacular das suas aplicações e da tecnologia nas últimas décadas? Se nos for permitido quantificar esta aparente «perda de prestígio» dos postos de trabalho em actividades de ciência e tecnologia, poderemos interpretar essa queda como equivalente a cerca de 10% entre 1963 e 1979, em termos dos dados publicados.

É um ponto que deixamos ao cuidado de futuras investigações.

4. IMPLICAÇÕES NO DOMÍNIO DA POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Quanto à segunda das questões levantadas, a de saber quais as implicações no domínio da política, da ciência e da tecnologia, podem formular-se sem receio dois grandes princípios:

- 1.º Os países de maior nível de desenvolvimento económico afectam um volume importante de recursos humanos à realização de actividades de I & D, em termos da respectiva população activa; nesta medida, o crescimento económico é acompanhado por consideráveis investimentos a longo prazo e com elevado risco (I & D), mas que, por sua vez, estimulam e alimentam esse mesmo crescimento;
- 2.º Não é possível aumentar de um modo significativo o nível dos gastos em I & D sem, concomitantemente, aumentar o total do pessoal dedicado a essas actividades; quer isto dizer que o mecanismo essencial para incrementar ao nível nacional a investigação e as tarefas que visam a inovação é a criação de postos de trabalho em I & D.

Se a criação de *postos de trabalho* em I & D é inegavelmente uma das três questões centrais da política científica e tecnológica nacional, a par do incremento da *formação* de investigadores e tecnólogos e da criação de um *clima* favorável à inovação, também não oferece dúvida o afirmar-se que não se pode proceder a essa criação de postos de trabalho de um modo indiscriminado.

Isto é, o desenvolvimento das actividades científicas e tecnológicas não é automático, sendo estulto pensar-se que, introduzindo no sistema recursos financeiros e humanos de um modo simplista, se obterão em seguida resultados satisfatórios.

A fim de nos encaminharmos porventura para uma solução mais correcta, vale a pena debruçarmo-nos um pouco sobre o peso das actividades de I & D industrial nos sistemas científicos e tecnológicos dos países que temos vindo a considerar.

O processo de inovação industrial, que tem como forças-base o investimento realizado pelas empresas e o esforço de criação de novos conhecimentos tecnológicos aplicáveis ao processo produtivo, é o grande vector que impulsiona o crescimento económico. Vejamos qual a intensidade das actividades de I & D realizadas no sector das empresas em relação à despesa total em I & D.

Os valores referentes ao esforço de I & D industrial em 1979 estão apresentados no quadro n.º 4.

No quadro n.º 4 referem-se também os valores do esforço total em I & D em relação ao PIB. Representemos agora os valores inscritos no quadro n.º 4 num gráfico (gráfico IV):

Verifica-se facilmente, através do gráfico, existir uma clara ligação entre o esforço nacional em I & D e a intensidade das actividades de I & D industrial.

Intensidade do esforço de I & D industrial no ano de 1979

[QUADRO N.º 4]

Países	Desp. em I & D ind. (percen- tagem)	DTID Y = $\frac{DTID}{PNB}$ (percentagem)
	DTID	
EUA	67	2,38
Japão	58	2,11
RFA	69	2,40
França	59	1,81
Reino Unido (1978)	64	2,20
Itália	58	0,84
Canadá	42	1,10
Holanda	52	1,99
Suécia	70	1,88
Suíça	75	2,41
Bélgica	70	1,40
Áustria (1975)	51	0,92
Noruega	49	1,36
Dinamarca	51	0,97
Irlanda	37	0,74
Espanha (1976)	58	0,35
Portugal (1980)	29	0,34
Grécia	27	0,19

Fonte: [3] e [5].

Quer isto pois dizer que o contributo do sector das empresas para o esforço global em I & D em Portugal será crucial; mais, que a própria *criação de postos de trabalho em I & D nas empresas* é uma condição necessária e imprescindível para o desenvolvimento equilibrado e continuado da nossa sociedade.

Se tal não acontecer, se as sucessivas políticas de sucessivos governos não derem atenção a este ponto e não estimularem a contratação de investigadores e tecnólogos pelas empresas, o recurso à compra de tecnologia estrangeira como fonte principal (como hoje em dia, de resto, se verifica[6]) das modificações inovadoras do nosso sistema produtivo intensificar-se-á, tornando-se eventualmente a única fonte de inovação tecnológica em Portugal. Cabe-nos a todos a tarefa de inviabilizar este propósito.

REFERÊNCIAS

- [1] «An introduction to policy analysis in science and technology», in *Science policy studies and documents*, n.º 46, UNESCO, 1979.
- [2] *Profils des ressources consacrées à la recherche et au développement expérimental dans la zone OCDE, 1963 — 1971*, OCDE, 1975.
- [3] *Indicateurs de la science et de la technologie I*, DSTI/SPR/81.27, OCDE, 1982.
- [4] Derek de Solla Price, «*Toward a metric of Science*», ed. Y. Elkana et al., John Wiley & Sons, Nova Iorque, 1978.
- [5] *Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional Referente a 1980 — Dados Preliminares*, SIAR/JNICT, comunicação particular, 1982.
- [6] Fernando Gonçalves, J. A. R. de Carvalho e J. M. G. Caraca, «O esforço inovador na indústria transformadora nacional», comunicação à conferência sobre *Evolução Recente e Perspectivas de Transformação da Economia Portuguesa*, Abril, 1983.

**Intensidade do esforço de I&D industrial
e despesa total em I&D no ano de 1979**

[GRÁFICO IV]

