

Indicadores de C&T, inovação e conhecimento: onde estamos? Para onde vamos?***

INTRODUÇÃO

Este artigo fornece uma panorâmica da evolução verificada na área dos «indicadores de C&T, inovação e conhecimento» em anos mais recentes, identificando simultaneamente a posição relativa de Portugal nesse tipo de indicadores.

Esta reflexão sobre a métrica do conhecimento e temas afins é pertinente tendo em conta que se avançou para um paradigma distinto do dos indicadores tradicionais de C&T (despesa em I&D, etc.). Por outro lado, e com referência a Portugal, embora se reconheça que se verificaram avanços substanciais na produção de novos tipos de estatísticas, incluindo na medida da inovação e da difusão das tecnologias da informação, entendemos não estar suficientemente consolidada uma visão sistémica sobre estas matérias. Por isso se combina a observação do posicionamento relativo do país com uma apreciação da produção e sistematização nacional de estatísticas nesta área.

Neste âmbito, o artigo tem como destinatários os que operam profissionalmente na área da estatística, mas igualmente os que se interessam, numa perspectiva económica, social e política, pela questão da medida e avaliação da C&T, da inovação e do conhecimento.

Na sequência desta introdução, seguem-se quatro secções, que incidem nas transformações económicas que determinaram a necessidade de produzir

* ISEG, Universidade Técnica de Lisboa.

*** Este artigo foi apresentado numa versão preliminar à conferência «Qualificações, inovação e emprego», organizada pelo Observatório do Emprego e Formação Profissional, Lisboa, 14 de Novembro de 2005.

novos tipos de indicadores de C&T, inovação e conhecimento, numa panorâmica historicamente estruturada da evolução desses indicadores, numa ilustração do emprego de diferentes indicadores, tendo em atenção o caso específico português, e numa síntese conclusiva.

CONTEXTO

Até há cerca de quinze anos, e relativamente às áreas que estamos a inventariar, vivíamos num mundo estatístico dominado pelas informações relativas aos investimentos e ao pessoal afecto a actividades de I&D.

Entretanto, ocorreram importantes desenvolvimentos. Face aos crescentes investimentos públicos em I&D, os decisores políticos nas economias mais avançadas procuraram obter meios para avaliar impactos a nível da competitividade económica e das condições de vida. Foi também neste âmbito que surgiu um maior interesse pelos mecanismos de interacção universidade-indústria. Constituem exemplos deste tipo de preocupações na Europa a estruturação dos programas-quadro de investigação e desenvolvimento tecnológico ou a organização dos inquéritos comunitários à inovação.

Dando expressão a este tipo de preocupações, a OCDE (1992) publicou o relatório do *Technology and Economy Programme*. Aí articula-se o conceito de *sistemas nacionais de inovação* com informação quantitativa disponível, procurando captar a relevância de diferentes mecanismos de produção, acumulação e difusão de conhecimento e apresentando estimativas do investimento intangível nos países membros.

Esse estudo prenunciou a relevância que a temática da *economia baseada no conhecimento* viria a adquirir a partir de meados da década de 90. Embora alguns cientistas sociais tivessem já proposto a noção de *economia de conhecimento* na década de 60, foi a OCDE que veio relançar o conceito. A referência a este conceito visava consagrar a ideia de que as economias mais avançadas estavam a avançar para um novo estágio de desenvolvimento. Académicos proeminentes, como Castells (1996), deram o seu aval, afirmando que uma economia baseada no conhecimento emergira «because the information technology revolution provides the indispensable, material basis for such a new economy. It is the historical linkage between the knowledge-information base of the economy, its global reach, and the information technology revolution that gives a new distinctive economic system.»

Esta convicção da passagem a um novo estágio, caracterizado por uma maior intensidade de integração de conhecimento na esfera das actividades económicas, reforçou-se com extensas e inter-relacionadas literaturas, todas elas também desenvolvidas essencialmente a partir do início dos anos 90,

sobre *gestão do conhecimento* (Nonaka, 1991; Nonaka e Takeuchi, 1995), *competências nucleares* (Prahalad e Hamel, 1990), *competências dinâmicas* (Teece e Pisano, 1994) ou *capital intelectual* (Stewart, 1997; Teece, 2001).

Alguns anos antes da divulgação do conceito de *economia baseada no conhecimento*, Freeman e Perez (1988) haviam já sugerido que nos encontrávamos num novo *paradigma tecnoeconómico*. De acordo com esta perspectiva, uma nova tecnologia genérica estava na base do relançamento do ciclo económico de longo prazo, contribuindo para importantes ajustamentos institucionais.

A convicção da passagem a uma fase qualitativamente diferente em matéria de desenvolvimento económico e social foi reforçada pela aceleração da difusão das TIC, designadamente do computador pessoal e, muito em particular, da Internet — considerada a invenção mais importante na área da comunicação desde a introdução da imprensa de tipos móveis por Gutemberg em 1436. É neste contexto que surgem outras expressões, concorrentes do conceito de *economia baseada no conhecimento*, tais como *sociedade da informação*, *sociedade em rede* e *economia digital*.

Pelo menos uma outra importante *buzzword*, transmitindo idêntica noção de que nos encontrávamos no dealbar de uma nova era, surgiu na dobra dos anos 90 para os anos 2000. Assim, a par da fobia em torno do muito temido *bug* do ano 2000, a aproximação a esta data e a euforia financeira vivida alimentaram um entusiasmo que levou muitos a acreditarem que nos encontrávamos já numa *nova economia*.

O esvaziamento da bolha das *dot.coms* depois de 2001 viria a arrefecer o optimismo excessivo que havia sido protagonizado, entre outros, por Kevin Keller, da *Wired Magazine*, por Heidi e Alvin Toffler, por Georges Gilder ou mesmo por académicos mais respeitados, como Peter Drucker.

Contudo, apesar desse arrefecimento, é inegável, em meados da primeira década dos anos 2000, que algo efectivamente mudou. Apesar da continuada relevância do acesso a matérias-primas essenciais, designadamente ao petróleo, e também do enorme peso que a esfera financeira continua a ter no funcionamento dos sistemas económicos, é hoje claro que a fonte principal de avanços económicos e da preservação sustentada das posições competitivas das empresas e das nações é o conhecimento. Neste sentido, podemos dizer que a ideia difundida pela OCDE de que os países mais desenvolvidos se encontravam já numa *economia baseada no conhecimento* tem tido confirmação prática.

A este respeito, há a esclarecer que o que caracteriza o momento histórico actual não é tanto o facto de o conhecimento ser um recurso económico relevante. Na verdade, o conhecimento aplicado à actividade económica é uma constante da vida das sociedades humanas, desde que estas

existem¹. O que caracteriza a época actual é uma maior interligação entre a tecnologia e a ciência, bem como o facto de as sociedades afectarem uma parcela crescente dos seus recursos aos investimentos intangíveis, para reprodução e produção de novos conhecimentos². Em particular, cada vez mais, a produção da ciência deixou de se fazer tendo predominantemente em conta a satisfação da curiosidade sobre os princípios que regem o mundo natural para se tornar uma ferramenta estratégica das sociedades.

Consoante os países, entre dois terços e três quartos da despesa em I&D nas economias avançadas são actualmente realizados por empresas, orientados para o desenvolvimento experimental de novos produtos e processos. Os recursos públicos afectos à investigação são, também eles, crescentemente distribuídos de acordo com prioridades estratégicas de médio-longo prazo, mesmo quando o investimento é em investigação de base.

A realidade cujos traços principais se descreveu nos parágrafos precedentes conduziu-nos a novas necessidades de quantificação. A resposta tem surgido sob a forma de estatísticas e indicadores novos que nos levam bastante para além das estatísticas de C&T mais tradicionais. É destes desenvolvimentos que a secção seguinte dá testemunho.

EVOLUÇÃO EM MATÉRIA DE INDICADORES DE C&T, INOVAÇÃO E CONHECIMENTO

De seguida propõe-se uma sistematização da evolução histórica das estatísticas e indicadores de C&T, inovação e conhecimento. Os indicadores inventariados em *i*) e *ii*) surgiram primeiro e contemporaneamente, e por isso consideramo-los uma «1.ª geração», enquanto os inventariados nos pontos *iii*) e *iv*) são mais recentes e correspondem, de acordo com a sistematização proposta, às 2.ª e 3.ª gerações.

¹ Quem visualizou o filme 2001 *Odisseia no Espaço*, realizado por Stanley Kubrick em 1968, percebeu de forma bem nítida esta realidade. A cena de abertura, que se passa ao alvorecer algures na África pré-histórica, contém uma alegoria que expressa a relevância do conhecimento para fins económicos. De entre um bando de macacos semiadormecidos, um destaca-se, usando um osso de certa dimensão para agredir outro animal. A utilização desse instrumento como meio de sobrevivência revela que os detentores de «conhecimento específico» dispõem de vantagens competitivas.

² Em algumas economias mais avançadas (Suécia, Finlândia) o rácio da despesa em I&D em relação ao PIB situa-se em torno dos 4%, havendo estimativas de que o «investimento em conhecimento» se aproxima dos 8% do PIB nesses países. Em muitas das principais economias o investimento em conhecimento encontra-se a par ou supera o investimento tangível (a tradicional «formação bruta de capital fixo»).

i) A «galáxia Frascati»

O crescente volume de recursos dedicado à C&T suscitou a necessidade de se produzirem estatísticas que medissem o esforço realizado. A OCDE, através da publicação em 1963 do chamado *Manual de Frascati*, contribuiu para a normalização de metodologias, fixando regras conducentes à produção de estatísticas internacionalmente harmonizadas.

As estatísticas decorrentes deste manual concentram-se nos recursos financeiros e humanos afectos a I&D, não olhando para os resultados e, muito menos, para os impactos. A opção pela contabilização dos gastos e do pessoal empregue em I&D deveu-se, em primeiro lugar, a razões de acessibilidade a este tipo de dados, contidos nos orçamentos e contas públicas. Vários dos conceitos adoptados provêm da tipificação de despesas da orçamentação pública (classificação por missão sócio-económica) ou das estatísticas industriais (classificação da despesa privada em I&D por sector de pertença das empresas)³. Os executores identificados de actividades de I&D são as empresas, as universidades, o Estado (através, designadamente, dos seus laboratórios) e, por fim, as instituições privadas sem fins lucrativos. São estes quatro grupos que dão corpo ao designado *sistema nacional de ciência e tecnologia*. Tendo em conta a focalização nos recursos, afirma-se que este tipo de estatísticas se limita em exclusivo à quantificação dos *inputs* das actividades de C&T, sendo este um dos motivos pelos quais têm sido objecto de bastantes críticas em anos mais recentes (Godin, 2005).

Um outro motivo de crítica prende-se com a concentração destas estatísticas apenas em I&D, ficando de fora outros domínios relevantes das actividades de C&T. Refere-se, a este respeito, por exemplo, que a adopção e adaptação de novos equipamentos ou as actividades informais de aprendizagem (*learning by doing*, etc.) nas empresas são uma fonte relevante de conhecimentos tecnológicos ignorada por estas estatísticas.

Decorrente desta percepção, organizou-se uma outra estatística, as *balanças de pagamentos tecnológicos*, que contabilizam os fluxos internacionais de investimento em I&D, *royalties* e outros pagamentos por patentes licenciadas a estrangeiros e pagamentos por serviços de consultoria técnica. Apesar do interesse destas estatísticas, elas permanecem limitadas aos *inputs*.

ii) Indicadores de *output*

Por essa razão, foram pesquisados e desenvolvidos na mesma época dois outros tipos de indicadores para captar as dimensões de *output*, designadamente com base em publicações científicas e patentes de invenções.

³ As normas e conceitos estatísticos fixados por este manual decorrem antes de tudo dos sistemas de contabilidade nacional montados nas décadas precedentes com inspiração na macroeconomia keynesiana.

O primeiro tipo de indicadores deriva de estudos pioneiros realizados pelo historiador da ciência Derek de Solla Price (1965 e 1976) que procuraram estabelecer uma ciência da ciência de base quantitativa, a *cienciometria*. A partir da *cienciometria* surgiu uma subárea, a *bibliometria*, cuja ideia básica consiste em contabilizar trabalhos científicos publicados em revistas académicas ou noutros meios, registando dados de cada publicação (autoria, data e local de publicação, título e área disciplinar, trabalhos citados, etc.). As técnicas *bibliométricas* têm permitido elaborar estudos muitíssimo detalhados de mapeamento e avaliação de actividades científicas⁴.

O segundo tipo de indicadores de *output* provém da informação sobre patentes. A patente é um contrato entre o inventor e o Estado em que é atribuído ao primeiro o direito de utilização exclusiva do invento durante um período de tempo. Está disponível em alguns países há mais de dois séculos informação sistemática sobre patentes pedidas e efectivamente concedidas⁵. Esta informação é organizada com base na Classificação Internacional de Patentes, que apresenta uma nomenclatura muito detalhada por classes tecnológicas dos inventos. Para além da classe tecnológica, existe registo do(s) nome(s) do(s) inventor(es), da entidade detentora da invenção (na maior parte dos casos não é o inventor), dos respectivos locais de residência, de outras patentes ou artigos científicos que inspiraram a invenção, etc. A análise de bases de dados sobre patentes, possível com os meios computacionais actualmente existentes, recorre a técnicas similares às empregues pela *bibliometria*⁶.

As publicações científicas e as patentes de invenções proporcionaram, por conseguinte, dois tipos de indicadores de *output* bastante empregues nas décadas mais recentes. Contudo, apesar da riqueza das bases de dados e da valia das análises realizadas, têm sido dirigidas diversas críticas a estes indicadores. Em relação às publicações, refere-se a pronunciada variância interdisciplinar na propensão a patentear, problemas de auto-selecção ou a predominância das revistas anglo-saxónicas nas bases de dados existentes. Em relação às patentes, refere-se em primeiro lugar o facto de elas apenas expressarem a existência da invenção, não nos dando qualquer informação sobre a influência e expressão económica das tecnologias patenteadas. Verifica-se

⁴ V. Narin e Olivastro (1988).

⁵ Apenas uma parcela dos pedidos apresentados se transforma efectivamente em patentes, em virtude de uma rigorosa avaliação da novidade do invento feita pelo organismo responsável pelo sistema de patentes. Para uma sistematização da análise e interesse das patentes, v. Godinho (2000).

⁶ Trabalhos pioneiros que identificam as possibilidades e limitações dos indicadores baseados em patentes foram realizados por Pavitt (1985) e Griliches (1990). O *Compendium of Patent Statistics* (OCDE, 2004) constitui uma excelente fonte para compreender aspectos básicos das estatísticas de patentes.

igualmente uma pronunciada variância intersectorial na propensão a patentear. É também aludida com muita frequência a impossibilidade de comparar objectivamente séries de patentes de países distintos, em virtude da dificuldade em patentear variar bastante entre países. Finalmente, a crítica que tem ganho terreno em anos recentes prende-se com os fins estratégicos crescentemente associados ao pedido de patentes pouco terem a ver com a protecção da invenção.

iii) Indicadores de inovação

Foi referido o facto de a partir de determinada altura ter emergido nas economias mais avançadas uma preocupação sobre os impactos práticos dos cada vez mais volumosos investimentos em I&D na competitividade e na qualidade de vida. Esta alteração fundamental, que é normalmente percepcionada como uma mudança de paradigma nas políticas de C&T, ocorreu após os dois primeiros choques petrolíferos.

Com estas alterações verifica-se um incremento na procura por indicadores que reflectam o impacto das actividades de C&T, designadamente aferindo a propensão a inovar e os efeitos da inovação no desempenho económico. Neste âmbito é vulgar distinguir entre as abordagens centradas no objecto (as inovações propriamente ditas) e nos sujeitos (as empresas e outros actores) que protagonizam os processos de inovação (Archibugi e Pianta, 1996).

O primeiro tipo de abordagem recorre à identificação de inovações relevantes através de inquéritos a peritos ou do recurso à imprensa técnica de determinados ramos económicos. Tendo a vantagem de se centrar na inovação propriamente dita, esta abordagem não permite diferenciar a relevância económica de diferentes inovações, concentra-se na inovação de produto, em detrimento da inovação de processo, e não proporciona uma linha divisória rigorosa entre inovações radicais (as que são contabilizadas) e incrementais (as que ficam de fora). Em relação à metodologia da inventariação de inovações com base na imprensa técnica, Kleinknecht (1996) proporciona uma síntese destes estudos. Em relação aos inquéritos a peritos, a base de dados sobre inovações surgidas em Inglaterra entre 1945 e 1983, construída pelo SPRU da Universidade de Sussex, constitui um excelente exemplo dessa à metodologia, sistematizando informação relativa a 4300 inovações (Pavitt, 1984; Geroski, 1994).

Com referência às abordagens baseadas no sujeito, a publicação do *Manual de Oslo* (OCDE, 1992), sintetizando esforços prosseguidos até então apenas a nível nacional, veio consagrá-las. Este manual propôs regras para novos indicadores que permitissem compreender o processo da inovação através da observação directa dos agentes inovadores, superando as análises

tradicionais assentes na observação indirecta dos *inputs* ou *outputs* (Smith, 1992). Também o Eurostat, o organismo estatístico da Comissão Europeia, protagonizou um papel no desenvolvimento destes indicadores, com o lançamento dos inquéritos europeus à inovação (CIS — Community Innovation Survey). Estes *surveys* europeus surgiram com um duplo objectivo. Em primeiro lugar, permitir uma percepção da estrutura dos processos de inovação. Em segundo lugar, através da publicação regular de «estatísticas de inovação», comparar os padrões de inovação em países europeus.

Em síntese, as estatísticas e indicadores da inovação, surgidos na década de 90, procuraram facilitar uma melhor aferição dos fenómenos da inovação, com uma passagem progressiva da utilização de indicadores de *input* e de *output* para a utilização de indicadores com maior incidência na inovação propriamente dita. Múltiplos estudos têm vindo a ser produzidos nos últimos dez anos com base nos CIS europeus (para uma inventariação desses estudos, v. Smith 2005). No entanto, apesar de fornecerem uma nova perspectiva de análise sobre o processo de inovação, são imputáveis limitações diversas às novas estatísticas, aos correspondentes indicadores e aos instrumentos de inquérito que os permitem construir. A complexidade dos inquéritos tem feito com que as estatísticas sejam normalmente publicadas apenas vários anos após a sua realização. Tem-se igualmente percebido que os conceitos de inovação com que os respondentes são confrontados são susceptíveis de interpretações diversas, consoante o contexto e o momento da entrevista. Estas limitações impõem, pois, uma avaliação deste tipo de estudos e a sua reconfiguração.

iv) Indicadores de 3.^a geração

O conceito de sistema nacional de inovação, divulgado a partir do trabalho de Lundvall (1992), veio expressar de forma contundente que o desempenho inovador das economias não decorre apenas das atitudes e comportamentos das empresas relativamente à inovação. Estando naturalmente as empresas no centro do sistema de inovação, as dinâmicas de inovação dependem de factores diversos. Em primeiro lugar, dos restantes actores e mercados que influenciam a produção e afectação de recursos fundamentais (trabalho, capital, conhecimento). Em segundo lugar, das instituições que condicionam os comportamentos dos indivíduos e das organizações. Em terceiro lugar, da capacidade de o sistema ter uma capacidade de aprendizagem e acumulação de conhecimento auto-sustentada.

A lógica subjacente ao conceito de sistema nacional de inovação supera, pois, a perspectiva das abordagens da inovação centradas no sujeito, como é o caso dos inquéritos comunitários à inovação. A análise tende a centrar-se nos aspectos dinâmicos da *economia aprendente*, proporcionando um enfoque nos mecanismos de produção, captação, distribuição, absorção e

aplicação do conhecimento. Esta lógica foi adoptada na primeira metade da década de 90 por organizações como a OCDE.

Outros desenvolvimentos complementares verificaram-se entretanto. A afirmação da *nova economia do crescimento*, em que a consideração do factor produtivo *conhecimento* permite escapar à inevitabilidade dos rendimentos decrescentes no longo prazo, realizou-se em simultâneo com uma fase económica expansionista, em boa medida baseada em tecnologias emergentes. O surgimento de uma economia do conhecimento (também tributária das economias da inovação e da I&D desenvolvidas nas décadas precedentes) veio reforçar ainda mais o interesse pela análise económica do conhecimento, afirmando que a sua boa distribuição é essencial para melhorar as oportunidades de inovação (David e Foray, 1995).

É nestes desenvolvimentos que radica a proposição do conceito de *economia baseada no conhecimento* no âmbito da OCDE não só como referencial para definição de políticas pelos países membros, mas igualmente para formulação de estatísticas (Godin, 2003).

De acordo com a própria OCDE, «o termo ‘economia baseada no conhecimento’ deriva da melhor compreensão que agora existe do papel do conhecimento e da tecnologia nas actuais economias da OCDE. A OCDE está crescentemente interessada na compreensão das dinâmicas da economia baseada no conhecimento e das suas relações com a análise económica tradicional, tal como equacionado pelas ‘novas teorias do crescimento’ [...] A importância do conhecimento e da difusão da tecnologia exige uma melhor compreensão das redes de conhecimento e do funcionamento do ‘sistema nacional de inovação’» (OCDE, 1996). Foi neste quadro que se estabeleceram objectivos ambiciosos de oferta de estatísticas que dessem resposta às preocupações manifestadas.

A estratégia seguida foi a de desenvolver novas publicações estatísticas, nas quais são inventariados indicadores provenientes de uma multiplicidade de fontes, na tentativa de captar os multifacetados aspectos da *economia baseada no conhecimento*. Assim, é agrupada informação concernente às anteriores gerações de indicadores com informações relativas, por exemplo, a indicadores económicos ou de formação. Neste âmbito, é dado destaque ao comércio internacional de produtos de alta tecnologia, à produção e emprego nos sectores de maior intensidade cognitiva, incluindo os chamados KIBS (sigla inglesa de «serviços para empresas baseados em conhecimento»), à oferta formativa das universidades, ou ainda à população activa com formação superior nas áreas das ciências e engenharias. Mas o que verdadeiramente marca esta nova etapa de indicadores é o interesse crescente na possibilidade de comparações internacionais sistemáticas. Por esta razão passaram a ser editados *scoreboards* de C&T e inovação, que através de quadros e gráficos comparativos permitem visualizar os avanços relativos na economia baseada no conhecimento.

O lançamento da *estratégia de Lisboa*, na sequência da cimeira europeia de Março de 2000, está na base da promoção de uma abordagem similar por parte da UE. Os governos europeus reclamaram a produção de estatísticas e indicadores que permitissem melhorar as condições de *benchmarking* entre os países membros e entre a UE e os seus rivais «triádicos» em áreas críticas da competitividade, designadamente da inovação e do conhecimento. É neste contexto que surge o *European Innovation Scoreboard* (*Painel Europeu da Inovação*), actualmente na 4.^a edição. A principal novidade do *scoreboard* europeu relativamente aos da OCDE prende-se com o facto de propor um indicador de síntese dos vários indicadores empregues. É a utilização de um número crescente de variáveis, revelando aspectos multifacetados das realidades da C&T, da inovação e da competitividade, bem como as necessidades de comparações internacionais, que está na base desta evolução. O índice sumário de inovação, revelado pela Comissão Europeia em Setembro de 2001 (CEC, 2001), constitui expressão destes esforços, sintetizando indicadores de situação e de tendência.

Em termos de balanço, pode ser dito que, apesar das virtualidades da presente geração de indicadores, persistem importantes limitações. Em primeiro lugar, o contínuo reforço do controlo sobre a despesa pública impediu a criação de instrumentos de inquérito específicos direccionados para captarem os fluxos e dinâmicas de acumulação de conhecimento. Em segundo lugar, permanecem dificuldades de natureza metodológica. Quando se mobiliza um grande número de indicadores (entre as duas e cinco dezenas, aproximadamente, nos *scoreboards* mais recentes), torna-se difícil perceber adequadamente a realidade analisada. Em contrapartida, quando se sumaria a informação numa medida de síntese, surgem igualmente problemas. A selecção dos indicadores de base, bem como a sua ponderação e formas de agregação, podem conduzir a resultados distintos. Por outro lado, a própria concentração na medida de síntese omite a variância subjacente ao desempenho médio. Finalmente, e mais relevante, mantém-se a dificuldade em produzir indicadores que captem a expressão de um objecto que, como foi referido, se caracteriza pela imaterialidade. Esta conclusão é particularmente válida no respeitante à componente tácita do conhecimento.

QUE NOS DIZEM OS INDICADORES DE C&T, INOVAÇÃO E CONHECIMENTO?

Esta secção ilustra o emprego de alguns indicadores relevantes de C&T, inovação e conhecimento, contextualizando simultaneamente a posição relativa de Portugal.

A apresentação desses indicadores mais relevantes com recurso a alguns gráficos e quadros segue uma ordem próxima da proposta na secção ante-

rior, desenvolvendo-se em oito pontos: medidas de *input* de 1.^a geração; análise bibliométrica; análise de patentes; inquéritos à inovação; sociedade da informação; atitudes e desempenhos cognitivos; globalização da I&D e de fluxos de conhecimento; medidas de síntese.

Nem todos estes indicadores foram referenciados na sistematização da secção anterior, designadamente não se mencionaram os «indicadores de atitudes» nem de «globalização da I&D e de fluxos de conhecimento». Entendemos, no entanto, enquadrarem-se estes indicadores no espírito dos desenvolvimentos da designada «3.^a geração», sendo que em algumas abordagens mais recentes eles têm sido efectivamente empregues.

INDICADORES DE *INPUT* DE 1.^a GERAÇÃO

Os indicadores mais comuns do que designámos por 1.^a geração dizem respeito a investimento (despesa) e número total de activos (investigadores e pessoal auxiliar) em I&D. É frequente estabelecer-se a relação entre «despesa em I&D»/PIB e o número de investigadores em I&D por 1000 activos. A linearidade dessa relação, bastante evidente na figura n.º 2, indica que o aumento da despesa em investigação apenas pode ocorrer se tiver havido um esforço prévio de investimento na formação avançada de recursos humanos (doutores, mestres...). Em ambos os indicadores Portugal situa-se quase na base da hierarquia da OCDE. Desde há bastantes anos que vêm sendo feitos trabalhos no nosso país empregando estes indicadores⁷.

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Existe uma significativa quantidade de indicadores nesta área, mas certamente o mais comum é o contido na figura n.º 3 (artigos científicos por milhão de habitantes). A posição portuguesa é também pouco favorável, embora o país apresente uma das maiores taxas de crescimento a nível mundial, revelando uma dinâmica de efectivo *catching up*. Até há poucos anos as técnicas bibliométricas foram pouco exploradas em Portugal, mas recentemente houve um aumento de interesse⁸.

ANÁLISE DE PATENTES

Tal como se verifica com a análise bibliométrica, também em relação às patentes existe uma enorme quantidade de indicadores aplicados nos traba-

⁷ Com referência a trabalhos precursores nesta área em Portugal, v. Gonçalves e Caraça (1986 e 1988).

⁸ Para trabalhos empregando técnicas bibliométricas em Portugal, v. Silva e Lisboa (1994), Pereira (1996 e 2000), JNICT (1996), OCT (1999) e OCES (2005).

lhos desta área. O mais comum, contudo, é o contido na figura n.º 4 (patentes pedidas por milhão de habitantes).

A posição portuguesa é mais uma vez de fragilidade, sendo que neste caso o *gap* é bastante maior do que nas publicações científicas, com a agravante de a taxa de crescimento em anos recentes ser muito menor. Esta situação problemática foi evidenciada em estudo recente, que constitui testemunho de trabalho com este tipo de indicadores em Portugal⁹.

INQUÉRITOS À INOVAÇÃO

Referenciamos agora os indicadores de inovação, típicos das abordagens de «2.^a geração». O paradigma deste tipo de estudos são os inquéritos comunitários à inovação (CIS), sendo os dados divulgados mais recentes referentes ao CIS III. A informação constante dos quadros n.ºs 1 e 2 tem essa origem.

Alguns resultados do 3.º inquérito comunitário à inovação (CIS III, 1998-2000)

[QUADRO N.º 1]

	Empresas inquiridas (milhares)	Proporção do total (em percentagem)
Empresas com actividades de inovação	201	44
Empresas que foram bem sucedidas e inovaram .	186	41
Empresas apenas com inovação de produto . . .	47	10
Empresas apenas com inovação de processo . .	32	7
Empresas com inovação de produto e de processo	106	23
Empresas com actividade de inovação em curso e/ou que falharam na tentativa de inovar . . .	15	3
Empresas sem actividades de inovação	256	56
<i>Total</i>	458	100

Fonte: *Innovation in Europe: Results for the EU, Iceland and Norway, 1998-2001, 2004* edition (disponível em http://www.oces.mctes.pt/docs/ficheirosEN_catalogue_Eurostat&product_KS_59_04_257___N_EN&mode_download.pdf).

Alguns resultados do 3.º inquérito comunitário à inovação (CIS III): Portugal no contexto europeu

[QUADRO N.º 2]

	UE-25	UE-15	PT
PMEs com inovação interna (percentagem)	31,7	32,1	36,2
PMEs que inovam através de cooperação (percentagem) .	7,1	6,9	7
Despesas em inovação (percentagem das vendas)	2,15	2,17	2,62

Fonte: SEC (2004).

Neste CIS III a posição portuguesa surge bastante melhor do que nas duas edições anteriores. Não existindo informação suficiente para discutir a alteração registada, parece-nos ser esta melhoria súbita tema de investigação a aprofundar. Em relação ao emprego deste tipo de indicadores em Portugal, desde há quase quinze anos que vêm sendo realizados trabalhos — inicialmente de âmbito académico, mais recentemente de âmbito oficial — que os contemplam¹⁰.

SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO

Nos últimos dez anos emergiu a preocupação com a *sociedade da informação*. O interesse por esta temática suscitou uma importante produção de dados estatísticos, designadamente orientados para aferirem a difusão das principais TICs.

A figura n.º 5 apresenta um dos vários indicadores empregues (penetração de banda larga por 100 habitantes), revelando uma posição relativa de Portugal abaixo da média de UE, mas acima de vários outros países membros. A figura n.º 6 reporta-se a habitações com acesso a Internet (em percentagem), sendo a posição relativa portuguesa um pouco menos favorável. Refira-se que os dados deste último indicador dizem respeito a anos que vão de 2000 a 2004, pelo que se torna difícil uma comparação internacional rigorosa. Genericamente, constata-se existir ainda pouca uniformidade das estatísticas e critérios empregues em diferentes países na quantificação da *sociedade da informação*, pelo que o rigor das comparações está neste caso penalizado.

Nesta área têm também sido feitas investigações académicas em Portugal, explorando a penetração das tecnologias e as implicações sócio-económicas da *sociedade da informação* (ou da *sociedade em rede*, designação que surge em alguns trabalhos)¹¹.

NOVAS DIMENSÕES: ATITUDES E DESEMPENHOS COGNITIVOS

Em relação a este tópico das *atitudes e desempenhos cognitivos* inventariamos, de seguida, quatro tipos principais de indicadores: investimento em

¹⁰ Em Godinho (1999) é feita uma síntese dos estudos que em Portugal constituem, no essencial, a pré-história dos inquéritos oficiais. Conceição e Ávila (2001) fizeram a sistematização dos resultados do 2.º CIS em Portugal. Numa fase mais recente, os estudos de Conceição, Heitor e Veloso (2003) e de Lopes e Godinho (2005) constituem testemunho de análises dos dados do 3.º CIS, respectivamente para sectores industriais e de serviços.

¹¹ V. Cardoso (2005), Espanha, Soares e Cardoso (2005) e Rodrigues e Mata (2003).

conhecimento (figura n.º 7); oferta educacional (quadro n.º 3); desempenho educacional (figura n.º 8); atitudes face à C&T (figura n.º 9).

. Proporção dos novos diplomados como percentagem dos indivíduos com 24 anos de idade

[QUADRO N.º 3]

	Todos os diplomados	Diplomados em CN&E
Austrália	41,9	9,3
Noruega	41,2	5,2
Reino Unido	39,4	10,7
Finlândia	38,5	13,2
França	36,1	11,2
EUA	33,8	5,7
Espanha	32,6	8,1
Japão	31,5	8,0
Taiwan	30,4	11,1
Canadá	29,2	6,7
Hungria	28,4	11,9
UE	27,1	7,6
Irlanda	27,1	8,5
Coreia do Sul	26,8	10,9
Polónia	24,6	4,9
República Eslovaca	24,4	6,3
Alemanha	20,0	6,4
Portugal	16,3	2,8

Fonte: NSF, *Science and Engineering Indicators 2004*.

O primeiro tipo de indicador constitui uma generalização de um outro frequentemente empregue, o rácio da despesa em I&D relativamente ao PIB. Este novo indicador agrega ao indicador tradicional os rácios equivalentes da despesa em aquisição de *software* e das despesas em ensino superior, considerando-se que o conjunto deste *item* reflecte o *investimento em conhecimento*.

O segundo tipo de indicador ilustra uma outra abordagem bastante seguida, abrangendo a oferta educativa de nível superior, a sua estrutura por áreas, mas também, por exemplo, o número de licenciados relativamente à população em idade activa. No presente caso optou-se pelo indicador *proporção dos novos diplomados como percentagem dos indivíduos com 24 anos de idade*¹².

Os terceiro e quarto tipo de indicadores são bastante menos comuns, tendo tido escassa utilização em exercícios de cartografia estatística da *eco-*

¹² Indicadores relativamente próximos destes que têm sido empregues com grande frequência incluem os investimentos em formação profissional ou o número médio de horas em formação por activo/ano.

nomia baseada no conhecimento. Pensamos, no entanto, que no futuro virão a ter bastante maior utilização. O terceiro tipo de indicadores refere-se ao desempenho educacional e cognitivo de diferentes estratos populacionais e o quarto às atitudes dos cidadãos face à C&T.

Em relação ao desempenho educacional e cognitivo, existem vários inquéritos internacionais destinados a aferir o desempenho educacional de diferentes países. Aquele que mais tem sido referido em Portugal é o inquérito PISA, organizado pela OCDE. Alguns deles incidem em estratos populacionais em idade escolar, enquanto outros compreendem a totalidade da população ou os que se encontram em idade activa. Estes inquéritos também variam quanto ao tipo de conhecimento que procuram avaliar, incidindo alguns em conhecimentos académicos (ciências, matemática e línguas), enquanto outros avaliam o desempenho da população em conhecimentos práticos, mais relevantes em contexto laboral. A figura n.º 8 sintetiza num espaço bidimensional respostas a três destes inquéritos internacionais (PISA, TIMMS, IALS), registando-se nas ordenadas a posição em que cada país surge na hierarquia de respostas e nas abcissas a variância subjacente às respostas a cada pergunta¹³.

Finalmente, em relação aos indicadores de atitudes, o inquérito europeu mais conhecido que lhes dá origem tem sido realizado no âmbito do designado Eurobarómetro da Comissão Europeia¹⁴. Os dados apresentados na figura n.º 9 provêm do Eurobarómetro *Europeans, Science and Technology*, de Junho de 2005. Os inquéritos realizados neste âmbito centram-se nas atitudes face à C&T e no conhecimento científico dos cidadãos.

Na generalidade, em relação a estes quatro tipos de indicadores, a posição relativa portuguesa não é favorável. Recentemente têm sido promovidos em Portugal alguns estudos na óptica destes tipos de indicadores¹⁵.

GLOBALIZAÇÃO DA I&D

A área das relações internacionais tem também constituído objecto no interesse em anos recentes no respeitante à análise da *economia baseada*

¹³ Entre 18 países considerados, Portugal aparece quase sempre em último, o que explica a posição no topo do gráfico. Contudo, o nosso país parece não gerar uma variância muito elevada em termos dos resultados finais da aprendizagem (ao contrário, por exemplo, dos EUA, que se situam à direita no gráfico).

¹⁴ Nos EUA este tipo de trabalhos é desenvolvido há bastantes anos pela National Science Foundation. Para o relatório de 2004, v., <http://www.nsf.gov/statistics/seind04/c7/c7h.htm>.

¹⁵ Para trabalhos recentes, v., por exemplo, Godinho e Simões (2006) na perspectiva do segundo tipo de indicadores e Moutinho e Godinho (2006) na perspectiva do quarto tipo de indicadores. A avaliação das atitudes dos portugueses face à C&T tem sido tratada por investigadores do CIES, designadamente nos trabalhos de Costa *et al.* (2002) e Ávila e Castro (2002).

no conhecimento. Para além de indicadores de comércio em produtos de alta intensidade tecnológica, têm sido investigadas as alianças tecnológicas entre empresas dos países da tríade (por exemplo, ETAN, 1998), os movimentos migratórios de cérebros e os investimentos internacionais em I&D (por exemplo, UNCTAD, 2005). É relativamente a este último aspecto que a figura n.º 10 se refere.

Mais tradicionalmente (na secção anterior esse indicador surge no que designámos por «1.ª geração'», estimaram-se dados relativos às balanças de pagamentos tecnológicos (v. figura n.º 11). A posição portuguesa nesta balança é, de forma não surpreendente, deficitária, embora tal possa ter a leitura favorável de se estar a realizar investimento na absorção de tecnologia desenvolvida noutros países. Estas medidas têm sido referenciadas esporadicamente em estudos feitos em Portugal.

MEDIDAS DE SÍNTESE

Dada a profusão de indicadores empregues para cartografar os avanços na *economia do conhecimento* com referência a múltiplos países, regiões ou sectores, tem-se feito sentir a necessidade de desenvolver «medidas de síntese», designadamente em relação com processos de decisão política. É neste contexto que se situa a proposta do já referido índice sumário da inovação, criado no âmbito do *Painel Europeu de Inovação*. Na 4.ª edição deste painel (2004), esse indicador sumaria 20 variáveis, embora o exercício inicial (2001) contemplasse apenas 17.

A figura n.º 12 fornece uma visualização interessante deste índice sumário da inovação. Em ordenadas surge a posição relativa dos países, considerando o ano mais recente, e em abcissas a respectiva evolução relativa nos últimos três-quatro anos. Este espaço é cruzado por dois eixos perpendiculares, correspondentes aos valores médios da UE, definindo quadro quadrantes. As posições no quadrante superior da direita são as mais desejáveis, visto aí coincidir uma boa situação no momento mais recente com uma evolução superior à média. Portugal, situando-se no quadrante inferior direito, tem uma situação de partida inferior à média, embora revelando uma dinâmica de *catching up*. A principal crítica a estas medidas de síntese direcciona-se ao facto de omitirem a variância subjacente às diferentes variáveis¹⁶.

CONTEXTUALIZAÇÃO DA POSIÇÃO PORTUGUESA

A observação isolada de cada um dos vários indicadores referenciados permite concluir que a posição de Portugal no contexto da OCDE e da UE-15 é, em geral, menos boa do que a da maioria dos restantes países. Porém, a

informação sobre tendências indica existirem evoluções mais positivas (por exemplo, nas publicações referenciadas internacionalmente), a par de outras menos positivas (por exemplo, nas patentes solicitadas por inventores nacionais).

Esta observação isolada dos vários indicadores apresentados conduz-nos a uma constatação coincidente com uma preocupação já manifestada: a profusão de indicadores mobilizados para análise da posição de cada país na *economia baseada no conhecimento* dificulta conclusões inequívocas tanto em termos de posição relativa como de evolução tendencial¹⁷. É esta percepção que está na base do aparecimento de medidas de síntese do tipo da apresentada no ponto precedente.

A posição relativa que Portugal ocupa no gráfico correspondente (figura n.º 12) suscita, no entanto, algumas interrogações, designadamente para quem conheça a posição no gráfico equivalente do primeiro *Painel Europeu de Inovação* (figura n.º 13). Entre os dois momentos verificou-se uma deslocação pronunciada da posição mais baixa e à esquerda no quadrante inferior esquerdo («o pior dos mundos») para uma situação intermédia e bastante para a direita no quadrante inferior direito («forte recuperação»). As razões desta alteração de posição prendem-se com três factores: (i) o gráfico de 2001 foi construído para a UE-15, enquanto o de 2004 foi para a UE-25; (ii) em 2004 usaram-se 20 indicadores e em 2001 apenas 17; (iii) terão existido melhorias efectivas de desempenho, designadamente em termos dinâmicos.

Provavelmente, cada um desses factores tem uma quota-parte na explicação da evolução registada. Não sendo objectivo imediato quantificar esses contributos, deve-se dizer que algumas das variáveis credoras do movimento associado a (iii) provêm dos 2.º e 3.º inquéritos comunitários à inovação (CIS), cujos dados se reportam, respectivamente, a 2001 e 2004. A este respeito, a figura n.º 14 é ilustrativa de alterações que ocorreram na proporção de empresas que declaram terem inovado, em sectores industriais e de serviços de vários países europeus, nos três anos precedentes a cada um desses CIS¹⁸.

¹⁷ A leitura do relatório de Bóia, Conceição, Heitor e Beira (2004) suscita o mesmo tipo de observação, relativo às dificuldades de navegação num território preenchido com uma superabundância de indicadores.

¹⁸ Não sendo objectivo do artigo avaliar os aspectos metodológicos subjacentes aos diferentes inquéritos CIS, convém assinalar as variações bruscas da propensão a inovar, registadas em diferentes países, do CIS II para o CIS III. Assim, por exemplo, a taxa de inovadores diminuiu na indústria inglesa de quase 60% para menos de 35%. Em contrapartida, a taxa correspondente aumentou para a Bélgica, por exemplo, de menos de 30% para quase 60%. Em relação a Portugal, também se verificam variações bruscas entre os dois CIS: a taxa de empresas industriais inovadoras aumentou de menos de 30% para mais de 40% e para os serviços aumentou de pouco mais de 30% para quase 50%.

Há a referir que Portugal é precisamente um dos países que registam variações positivas em alguns indicadores de inovação associados ao CIS II e ao CIS III. O tipo de alterações registadas suscita interrogações e fragiliza a credibilidade destes inquéritos¹⁹.

Por outro lado, a observação realizada sugere também problemas potenciais em abordagens como a do *Painel Europeu de Inovação*. Na verdade, a informação constante da medida de síntese desse painel surge como bastante sensível aos indicadores seleccionados para a calcular e, cumulativamente, à própria inconstância ou possível fragilidade metodológica de alguns desses indicadores.

NOTA CONCLUSIVA

O artigo forneceu uma panorâmica da evolução dos indicadores de C&T, inovação e conhecimento durante o último meio século e exemplificou os tipos de indicadores mais relevantes, contextualizando a posição relativa de Portugal. Tendo-se concluído sobre este último aspecto na secção precedente, concentramo-nos agora nos aspectos metodológicos da produção de indicadores.

No seu essencial, o percurso percorrido em matéria de criação e desenvolvimento de novos indicadores tem sido balizado pela resposta às necessidades existentes (compreender os mecanismos subjacentes a realidades emergentes, informar processos de decisão e formulação de políticas, produzir mensagens de suporte a opções políticas...) e por restrições diversas (ausência de quadros teóricos insuficientes, escassez de recursos para investir na formulação de instrumentos apropriados...).

Para todos os efeitos, é claro que as últimas décadas testemunharam importantes avanços, tributários do esforço de organizações como a OCDE e da investigação académica sobre C&T, inovação e conhecimento²⁰. Constatou-se que a evolução foi no sentido de uma maior abrangência das estatísticas compiladas. Tal decorre de a realidade a analisar ser multifacetada, não sendo, por conseguinte, exequível a sua observação através da focalização num número restrito de variáveis. Os quadros conceptuais desenvol-

¹⁹ Há a referir que não ocorrem flutuações apenas em indicadores do tipo «taxa de empresas que inovaram nos três anos precedentes». Também em relação a dados compilados de I&D se verificam por vezes inconsistências substanciais (v. Godin, 2004, p. 15).

²⁰ Este padrão é comum a nível internacional e a Portugal. No nosso país, a JNICT, primeiro, e o OCT/OCES, mais recentemente, tiveram um papel relevante na compilação de estatísticas oficiais, embora tais esforços tenham sido precedidos ou complementados por investigação académica nestas áreas.

vidos — modelos interactivos de inovação, sistemas de inovação, economia baseada no conhecimento, etc. — vão no mesmo sentido: há que adoptar uma perspectiva sistémica e dinâmica para captar os fenómenos. Por estas razões, a indicação prática tem sido a de alargar as estatísticas empregues, observando diferentes vertentes da produção, distribuição e aplicação dos saberes académico e tecnológico.

Apesar de algumas restrições que têm inibido o seu desenvolvimento, os recursos estatísticos disponíveis têm sofrido um aumento substancial. O número de inquéritos oficiais, de bases de dados e de estatísticas mais ou menos do domínio público não tem parado de aumentar. O advento das actuais tecnologias de informação tem sido instrumental nestes desenvolvimentos. Apenas há uma década, dispor de um exemplar em papel dos *STI Outlook*, publicado bianualmente pela OCDE, era visto como quase um privilégio. Actualmente, a acessibilidade à informação relevante melhorou imenso.

Face à profusão de elementos estatísticos existentes, colocam-se questões acerca das fontes a recorrer (credibilidade, rigor), das estatísticas a seleccionar (relevância, precisão), dos indicadores a construir (pertinência, adequação para descrever o objecto de estudo) e do modo de analisar e integrar esses indicadores. Mais a montante ainda, colocam-se questões sobre como desenhar instrumentos apropriados que capturem as dimensões a observar. Viu-se que mesmo alguns tipos de estatísticas e indicadores que tendem a ser considerados adquiridos e estabilizados revelam fragilidades significativas numa análise atenta. Uma consequência da utilização dessas estatísticas e indicadores é poderem inferir-se informações e orientações normativas diferenciadas das desejáveis. Há, portanto, que elaborar quadros analíticos bem fundamentados que dêem orientação para a organização de estatísticas e a concepção de indicadores e, posteriormente, para a análise e formulação de recomendações.

Esses quadros analíticos deverão decorrer de perspectivas teóricas consistentes e consolidadas. O domínio dos conceitos e teorias relevantes nesta área dos indicadores de C&T, inovação e conhecimento é assim essencial para permitir uma navegação segura. A esse domínio há que adicionar a independência em relação a interesses conjunturais ou sectoriais, pré-requisito necessário para assegurar a credibilidade da produção e da análise de estatísticas e indicadores.

Em relação à investigação futura, ela deverá gerar *inputs* para a produção de estatísticas e indicadores sobre aspectos essenciais que neste âmbito permanecem por captar. Será desejável, por exemplo, que se continue a investir na tentativa de melhor compreensão da dimensão tácita do conhecimento, da mobilidade de recursos humanos ou dos fluxos de conhecimento

entre diferentes organizações, incluindo os que se verificam por via das externalidades de conhecimento²¹.

Neste âmbito pensamos existirem também dados já compilados e fiáveis que poderão ser empregues sem muitas dificuldades adicionais. Como ilustrámos na secção anterior, entendemos ser pertinente e possível o emprego de alguns tipos de estatísticas, designadamente as relativas a actividades de formação, às atitudes da população face à C&T, ou as derivadas de *surveys* internacionalmente realizados sobre conhecimentos académicos ou práticos de diferentes grupos populacionais (PISA, TIMMS, IALS, etc.). As bases de dados sobre modalidades de propriedade intelectual exemplificam um outro recurso subutilizado. As patentes, tendo sido empregues quase em exclusivo, veiculam informação apenas sobre os aspectos tecnológicos da inovação. Contudo, os *modelos e desenhos industriais*, os *direitos de autor* ou as *marcas comerciais* veiculam informação sobre outras dimensões do processo inovativo potencialmente relevantes²².

Em síntese, apesar das possibilidades existentes, cremos que apenas parcial e lentamente se encontrará resposta para a importantíssima questão teórica e prática de como medir o conhecimento relevante para fins económicos e sociais. Na verdade, a natureza intangível do objecto implica que a sua quantificação permaneça um objectivo fugaz.

Neste contexto, pensamos que a estratégia que vem sendo prosseguida deverá ser aprofundada. Como foi referido, será necessário desenvolver quadros analíticos apropriados que proporcionem uma eficaz e eficiente integração de informação estatística produzida com objectivos diferenciados, designadamente empregando recursos actualmente subaproveitados. Será também necessário produzir medidas de síntese que sumariem efectivamente as diferentes dimensões em estudo, mas sem obscurecer a respectiva variância²³. Finalmente, entendemos que será de persistir na produção de meios de comparação internacional adequados, embora estes devam superar perspectivas mais simplistas de *benchmarking*, assentes na ideia de que «mais é melhor» e na crença em «melhores práticas» reprodutíveis independentemente do contexto.

²¹ A título de exemplo, e sobre este último aspecto, há a referir interessantes trabalhos exploratórios produzidos em anos recentes sobre fluxos intersectoriais de conhecimento com base em quadros *input-output*. Foram aplicadas a Portugal metodologias deste tipo numa recente tese de doutoramento no ISEG/UTL (Sousa, 2005). Este tipo de abordagens exemplifica o potencial associado a recursos existentes mas insuficientemente utilizados ou desconhecidos.

²² Mendonça, Pereira e Godinho (2005) exemplificam e argumentam precisamente acerca da possibilidade de utilizar informação relativa ao registo de marcas comerciais para ilustrar uma dimensão do processo de inovação.

²³ As propostas contidas em Godinho, Mendonça e Pereira (2005) apontam nesse sentido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCHIBUGI, D., e PIANTA M. (1996), «Innovation surveys and patents as technology indicators: the state of the art», in OCDE, *Innovation, Patents and Technological Strategies*, Paris, OCDE.
- ÁVILA, P., e CASTRO, P. (2002), «Compreender a ciência: o inquérito à cultura científica dos portugueses», in Maria Eduarda Gonçalves (org.), *Os Portugueses e a Ciência*, Lisboa, D. Quixote.
- BÓIA, M. J., CONCEIÇÃO, P., HEITOR, M., e BEIRA, E. (2004), *Mapear Conhecimento e Inovação em Portugal — Uma Proposta de Indicadores e Um Programa de Observação, Relatório Final*, Lisboa, UMIC.
- BROWN, G., MICKLEWRIGHT, J., SCHNEFF, S., e WALDMANN, V. R. (2005), *Cross-National Surveys of Learning Achievement: How Robust are the Findings?*, IZA discussion paper no. 1652.
- CARDOSO, G., COSTA, A. F., CONCEIÇÃO, C. P., e GOMES, M. C. (2005), *A Sociedade em Rede em Portugal*, Lisboa, Campo das Letras.
- CASTELLS, M. (1996), *The Rise of the Network Society*, Malden, Blackwell.
- CONCEIÇÃO, P., e ÁVILA, P. (2001), *A Inovação em Portugal, II Inquérito Comunitário às Atividades de Inovação*, Oeiras, Celta.
- CONCEIÇÃO, P., HEITOR, M. H., e VELOSO, F. (2003), «Innovative shocks and productivity. What do we know about innovation?», comunicação à «Conferência em honra de Keith Pavitt», Sussex, SPRU.
- COSTA, A. F., ÁVILA, P., e MATEUS, S. (2002), *Públicos da Ciência em Portugal*, Lisboa, Gradiva.
- DAVID, P., e FORAY, D. (1995), «Assessing and expanding the science and technology knowledge base», in *STI Review*, 16.
- ESPAÑA, R., SOARES, L., e CARDOSO, G. (2005), «Do multimedia ao wireless: as dietas mediáticas dos portugueses», comunicação ao seminário internacional «A sociedade em rede e a economia do conhecimento: Portugal numa perspectiva global», Lisboa, 5 e 6 de Março.
- ETAN (1998), *Internationalisation of Research and Technology: Trends, Issues and Implications for S&T Policies in Europe*, Directorate General XII, Directorate AS — RTD Actions: Strategy and Co-ordination, Bruxelas/Luxemburgo, Julho de 1998.
- FREEMAN, C., e PEREZ, G. (1988), «Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour», in G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg e L. Soete (orgs.), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter Publishers.
- GEROSKI, P. A. (1994): *Market Structure, Corporate Performance and Innovative Activity*, Oxford, Clarendon Press.
- GODIN, B. (2003), «The knowledge-based economy: conceptual framework or buzzword», working paper no. 24, «Project on the history and sociology of S&T statistics», a publicar no *Journal of Technology Transfer* (disponível em http://www.csiic.ca/PDF/Godin_24.pdf).
- GODIN, B. (2004), «The who, what, why and how of S&T measurement», working paper no. 26, «Project on the history and sociology of S&T statistics», publicado in *Le banquet* (revista do CERAP), 19-20, Janeiro, 159-170 (disponível em http://www.csiic.ca/PDF/Godin_26_a.pdf).
- GODINHO, M. M. (1999), «Inquéritos à inovação em Portugal: diversidade de abordagens e resultados», in M. M. Godinho e J. Caraça (orgs.), *O Futuro Tecnológico: Perspectivas para a Inovação em Portugal*, Oeiras, Celta.
- GODINHO, M. M. (2000), *Análise Económica das Patentes: Sumário da «Lição de Síntese» Apresentada para as Provas Públicas de Agregação em Economia*, Lisboa, ISEG-UTL.
- GODINHO, M. M., PEREIRA, T. S., SIMÕES, V. C., MENDONÇA, S., e SOUSA, V. (2004), *Estudo sobre a Utilização da Propriedade Industrial em Portugal*, Lisboa, INPI.
- GODINHO, M. M. (2005), «Sistemas de inovação nacionais em perspectiva: o desempenho do S. I. português», capítulo a publicar no livro de actas do seminário internacional «A sociedade em rede e a economia do conhecimento: Portugal no contexto global», pro-

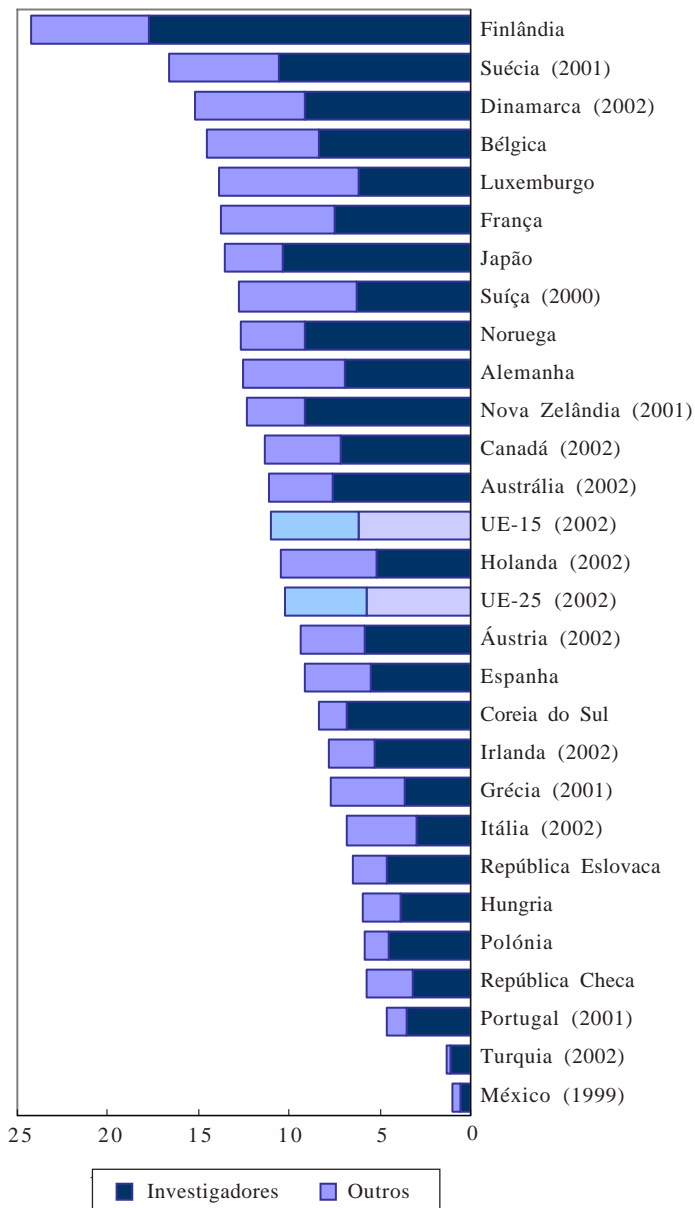
- movido pela Presidência da República Portuguesa, Lisboa, 5-6 de Março (disponível em <http://www.presidenciairepublica.pt/network/apps/miragodinho.pdf>).
- GODINHO, M. M., MENDONÇA, S., e PEREIRA, T. S. (2005), *Towards a Taxonomy of Innovation Systems*, série de working papers do Dep. de Economia do ISEG, 2005/13 (disponível em <http://pascal.iseg.utl.pt/~depteco/wp/wp132005.pdf>).
- GODINHO e SIMÕES (2006), «Formação avançada e capacitação para inovar: objectivos possíveis no período de programação 2007-2013», a publicar em *Sociedade Trabalho*.
- GONÇALVES, F., e CARAÇA, J. M. (1986), «A mutação tecnológica e o potencial inovador da indústria transformadora», in *Análise Social*, vol. xxii (94), 5.º, pp. 929-939.
- GONÇALVES, F., e CARAÇA, J. M. (1988), «Gap tecnológico: uma tentativa de quantificação para países da OCDE», in *Estudos de Economia*, vol. ix (1), p. 49.
- GRILICHES, Z. (1990), «Patent statistics as economic indicators: a survey», in *Journal of Economic Literature*, vol. 27, pp. 1661-707.
- KLEINKNECHT, A. (org.) (1996), *Determinants of Innovation: the Message from New Indicators*, MacMillan.
- LOPES, L. F., e GODINHO, M. M. (2005), *Services Innovation and Economic Performance: An Analysis at the Firm Level*, DRUID working paper 2005-8 (disponível em http://www.druid.dk/wp/pdf_files/05-08.pdf).
- LUNDVALL, B.-A. (org.) (1992), *National Systems of Innovation — Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter.
- MENDONÇA, S., PEREIRA, T. S., e GODINHO, M. M. (2005), «Trademarks as an indicator of innovation and industrial change», in *Research Policy*, Elsevier, vol. 33 (9), pp. 1385-1404.
- MOUTINHO, A., e GODINHO, M. M. (2006), «S&T culture: a blooming dimension, a publicar em *Research Evaluation*.
- NARIN, F., e OLIVASTRO, D. (1988), «Technology indicators based on patents and patent citations», in A. van Raam (org.), *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*, Amsterdão, North Holland.
- NONAKA, I. (1991), «The knowledge-creating company», in *Harvard Business Review*, 69, Novembro-Dezembro, pp. 96-104.
- NONAKA, I., e TAKEUCHI, H. (1995), *The Knowledge Creating Company*, Nova Iorque, Oxford University Press.
- JNICT (1996), *Indicadores Bibliométricos de Produção Científica Portuguesa*, Lisboa, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica.
- OCDE (1963), *The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development (Manual Frascati)*, Paris, OCDE.
- OCDE (1992a), *Technology and the Economy: the Key Relationships. The Technology/Economy Programme (TEP)*, Paris, OCDE.
- OCDE (1992b), *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data: Oslo Manual*, Paris, OCDE.
- OCDE (1996), *Science, Technology and Industry Outlook*, Paris, OCDE.
- OCDE (2004), *Compendium of Patent Statistics*, Paris, OCDE (disponível em <http://www.oecd.org/dataoecd/60/24/8208325.pdf>).
- OCDE (2005), *Science, Technology and Industry Scoreboard 2005 — Towards a Knowledge-Based Economy* (disponível em <http://ariel.sourceoecd.org/v1=988592/cl=70/nw=1/rpsv/scoreboard/>).
- OCES (2005), *Impactos de Citação da Produção Científica Portuguesa*, Lisboa, Observatório da Ciência e do Ensino Superior (disponível em www.oces.mctes.pt).
- OCT (1999), *Produção Científica Nacional Referenciada Internacionalmente: 1980-1997*, Março, Lisboa, Observatório das Ciências e das Tecnologias.
- PAVITT, K. (1984), «Patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory», in *Research Policy*, 13, pp. 343-374.

- PAVITT, K. (1985), «Patent statistics as indicators of innovative activities: possibilities and problems», in *Scientometrics*, vol. 7, n.^{os} 1-2, pp. 77-99.
- PEREIRA, T. S. (1996) «Uma análise do impacto das políticas europeias na colaboração internacional em investigação científica em Portugal e no Reino Unido», in *Análise Social*, vol. XXXI (135), pp. 229-265.
- PEREIRA, T. S. (2000), *A Bibliometric Study of the Portuguese Research System in Biotechnology*, RISE project working paper, DMS 020/2000, Dezembro, INETI.
- PRAHALAD, C. K., e HAMEL, G. (1990), «The core competence of the corporation», in *Harvard Business Review*, 68, pp. 79-91.
- PRICE, D. S. (1965), «Networks of scientific papers», in *Science*, 149, pp. 510-515.
- PRICE, D. S. (1976), «General theory of bibliometric and other cumulative advantage processes», in *JASIS*, 727, pp. 292-306.
- RODRIGUES, M. L., e MATA, J. T. (2003), «A utilização de computadores e da Internet pela população portuguesa», in *Sociologia, Problemas e Práticas*, n.º 43, pp. 161-178.
- SEC (2001), *1414, Painel da Inovação 2001*, doc. de trabalho dos serviços da Comissão, Bruxelas, 14-9-2001.
- SEC, COMMISSION STAFF WORKING PAPER, (2004), *European Innovation Scoreboard 2004, Comparative Analysis of Innovation Performance*, Bruxelas, 19-11-2004.
- SILVA, C. M., e LISBOA, M. (1994), «Mudanças institucionais na produção científica portuguesa», in J. M. Gago (org.), *Prospectiva do Ensino Superior em Portugal*, Lisboa, DEP/GEF, Ministério da Educação e Instituto da Prospectiva.
- SMITH, K. (1992), «Technological innovation indicators: experience and prospects», in *Science and Public Policy*, 19 (6), pp. 383-392.
- SMITH, K. (2005), «Measuring innovation», in J. Fagerberg, D. Mowery e R. Nelson (orgs.), *Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, OUP.
- SOUSA, C. (2005), *A Criação e Difusão de Conhecimento no Sistema de Inovação Português: Actores, Interações e Instituições*, tese apresentada para obtenção de doutoramento em Economia no ISEG/UTL.
- STEWART, T. A. (1997), *Intellectual Capital: The New Wealth of Organization*, Doubleday.
- TEECE, D. J., e PISANO, G. (1994), *The Dynamic Capabilities of Firms: An Introduction, Industrial and Corporate Change* (3), pp. 537-556.
- TEECE, D. (2001), *Managing Intellectual Capital: Organizational, Strategic, and Policy Dimensions*, Oxford, OUP.
- UNCTAD (2005), *World Investment Report 2005: Transnational Corporations and the Internationalization of R&D*, Nova Iorque, UN.

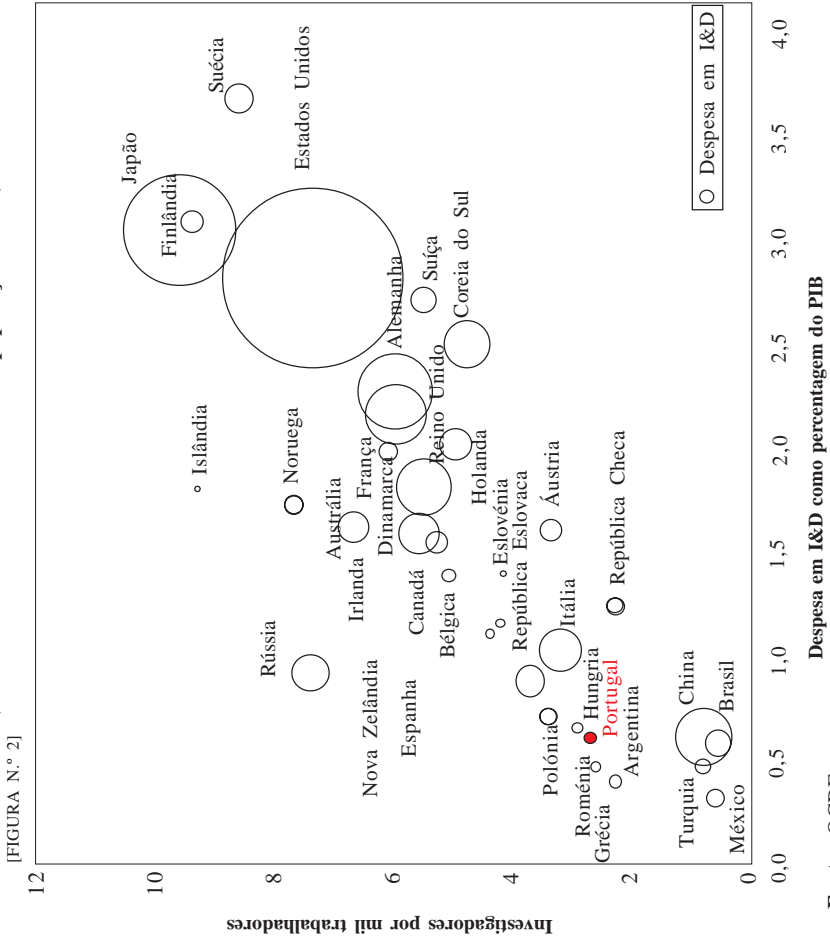
ANEXOS

Pessoal em I&D por milhar de indivíduos empregues (2003)

[FIGURA N.º 1]

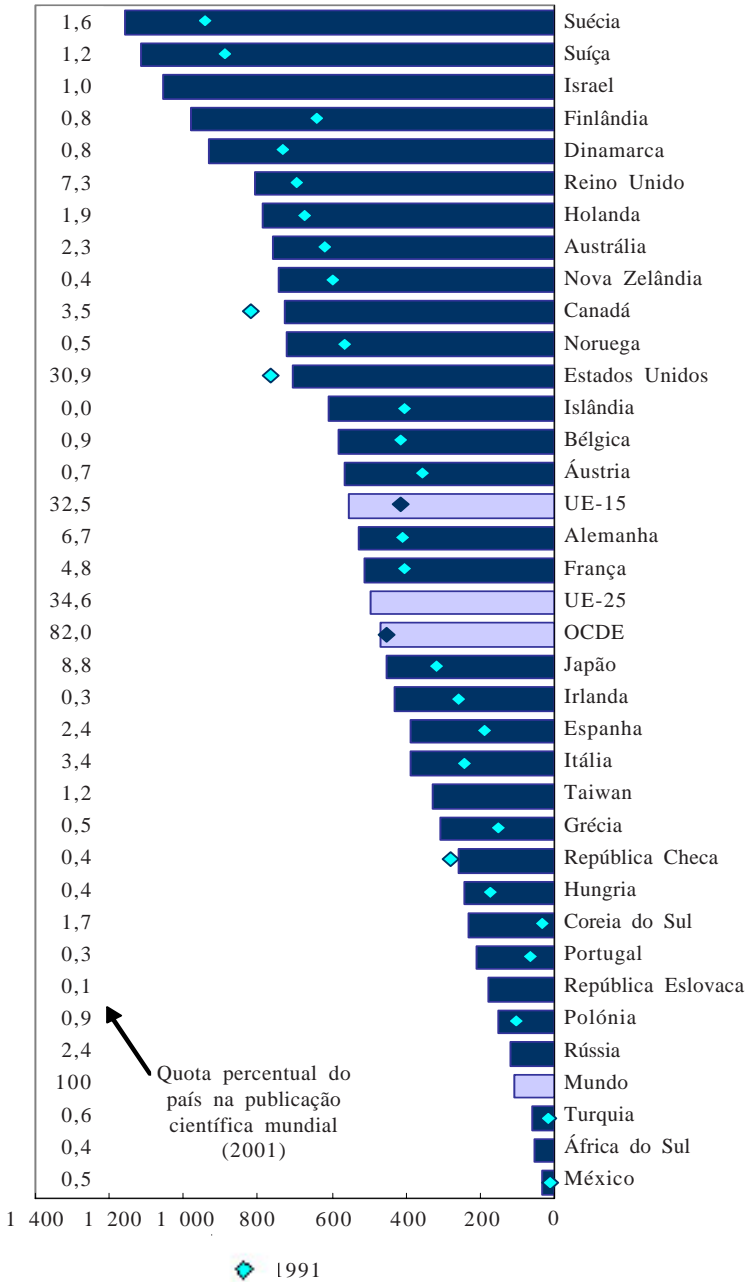


Despesa e investigadores em I&D (1999)
(valores relativos face ao PIB e à população activa)



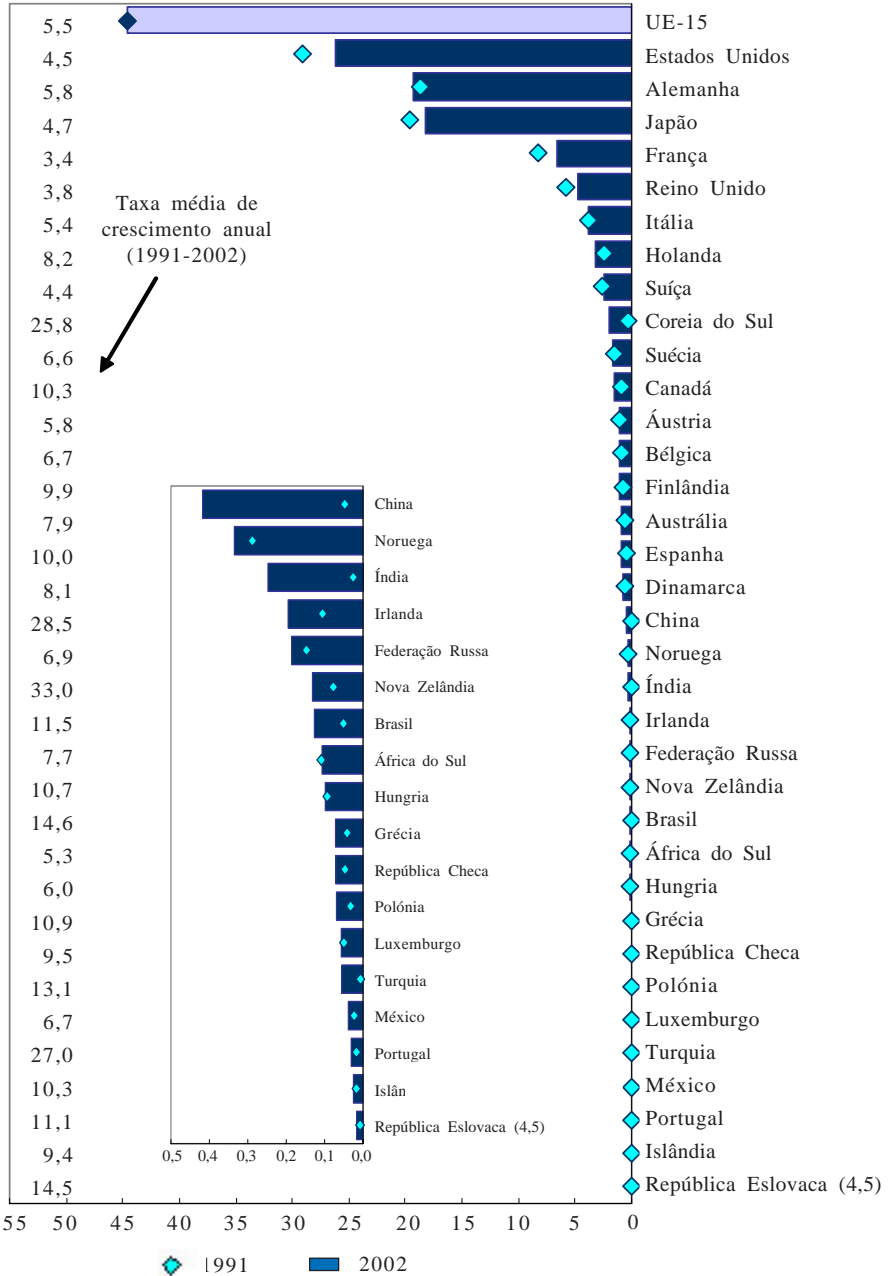
Artigos científicos por milhão de habitantes (2001)

[FIGURA N.º 3]



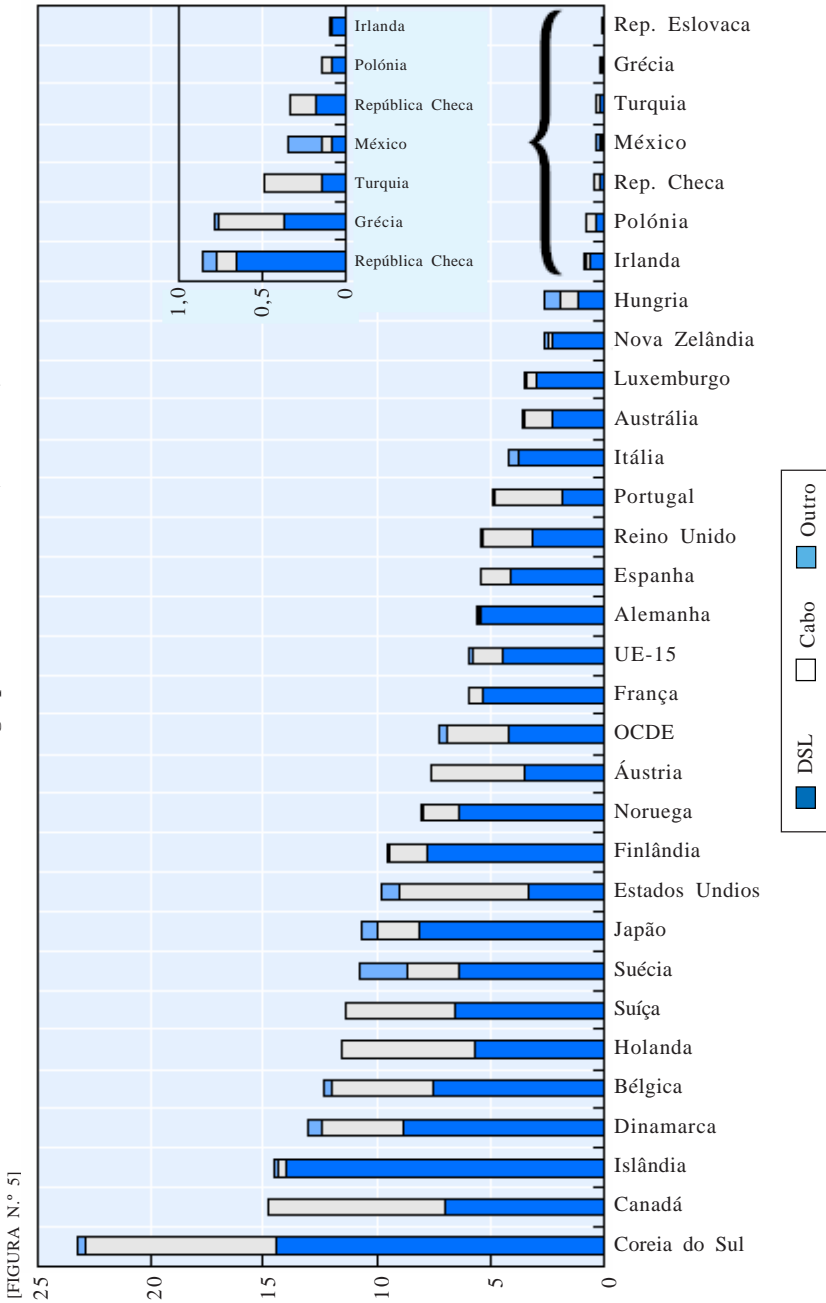
Patentes europeias (EPO) pedidas por milhão de habitantes (1991 e 2002)

[FIGURA N.º 4]



Fonte: OCDE (2005) (<http://dx.doi.org/10.1787/684652764278>).

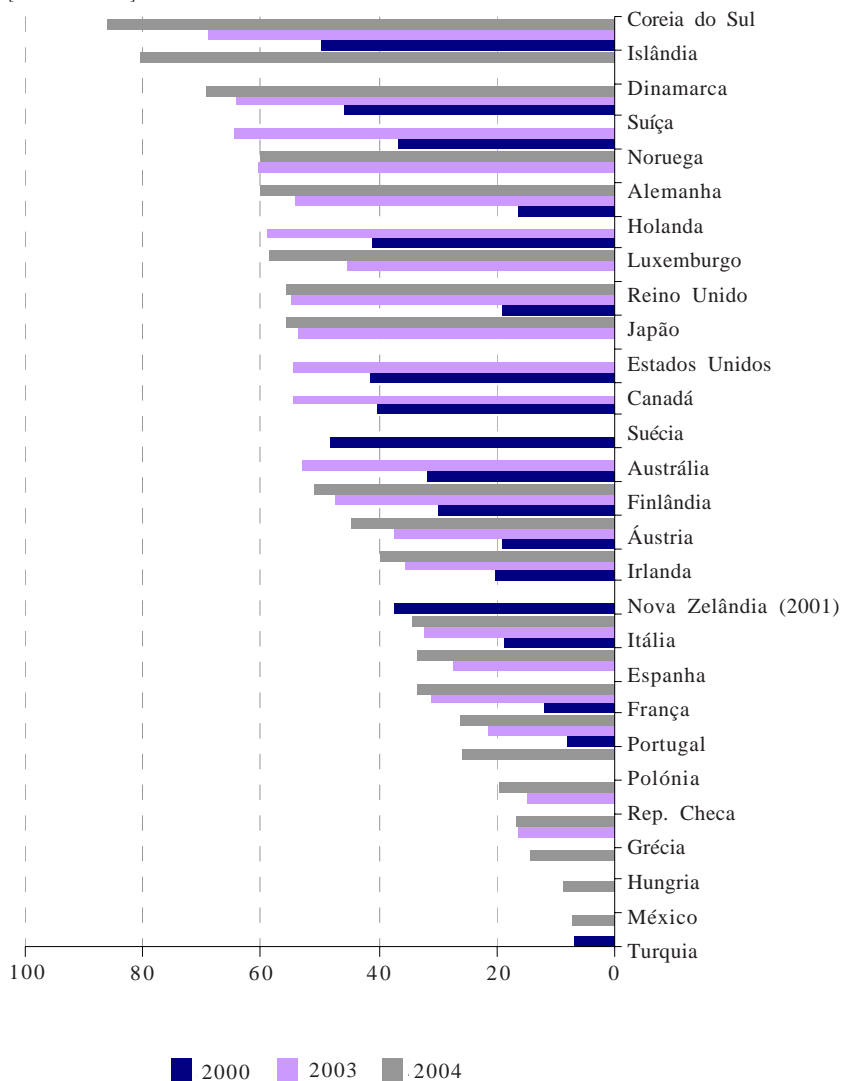
Acesso à banda larga por 100 habitantes (2002-2003)



Fonte: OCDE, Information Technology Outlook 2004.

Habitações com acesso à Internet (2000-2004)
(em percentagem)

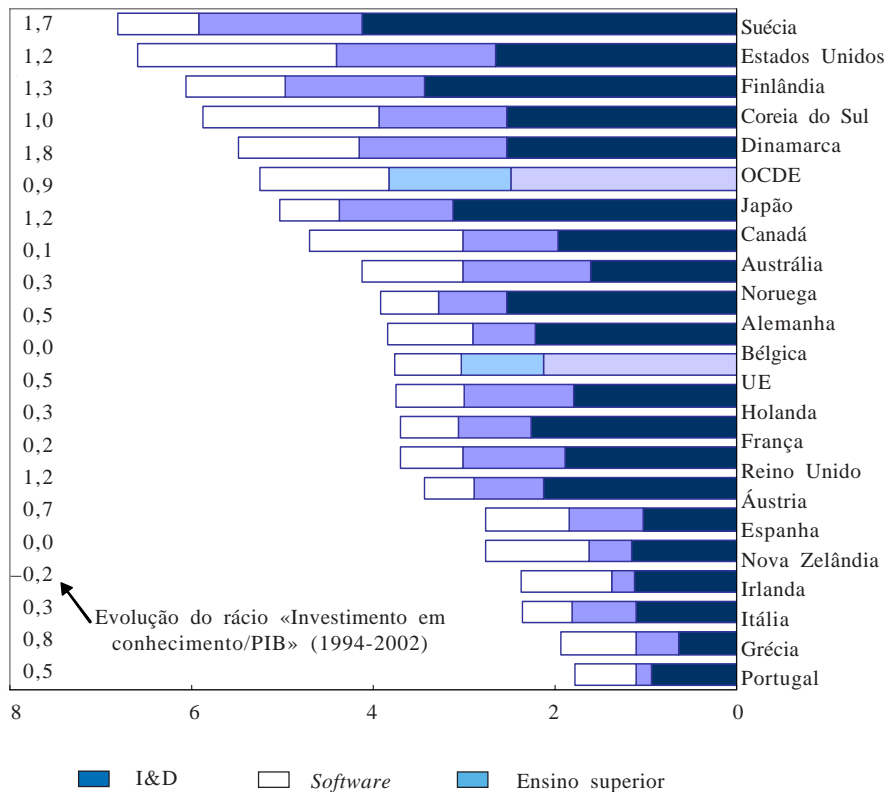
[FIGURA N.º 6]



Fonte: OCDE (2005).

Investimento em conhecimento, em percentagem do PIB (2002)

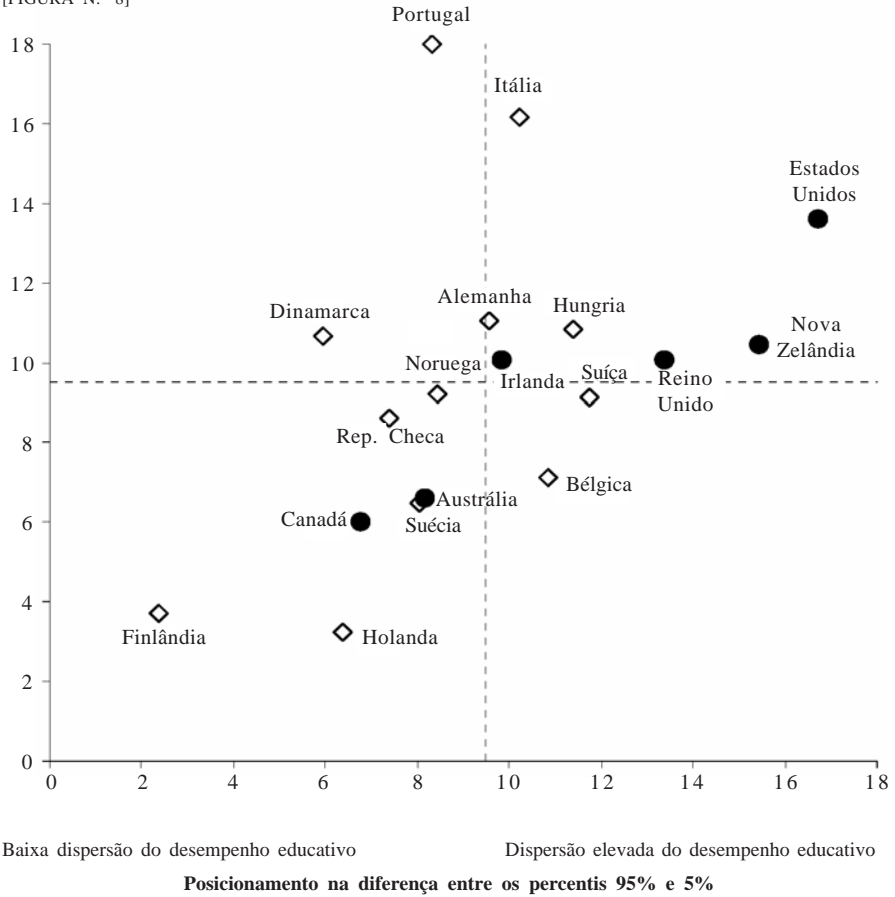
[FIGURA N.º 7]



Fonte: OCDE (2005).

Posição média em termos de medidas de tendência central (mediana) e de dispersão (P95 – P5) para dezoito países em oito testes (PISA, TIMSS, IALS)

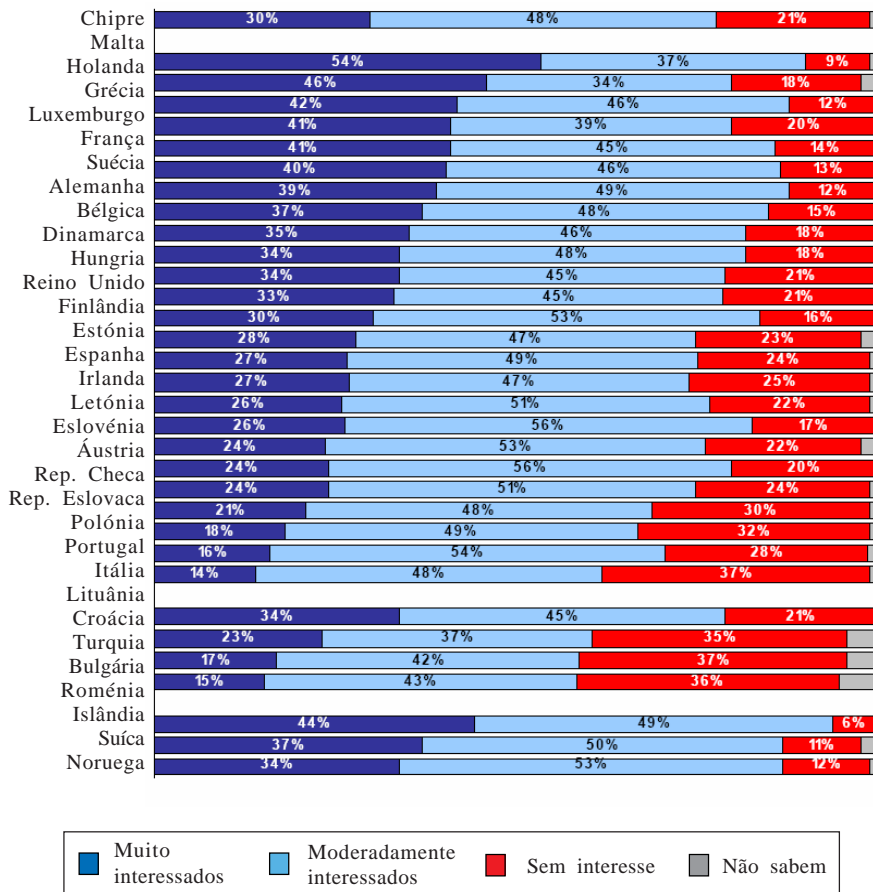
[FIGURA N.º 8]



Fonte: Brown *et al.* (2005).

Atitudes dos europeus relativamente a «novas invenções e tecnologias»

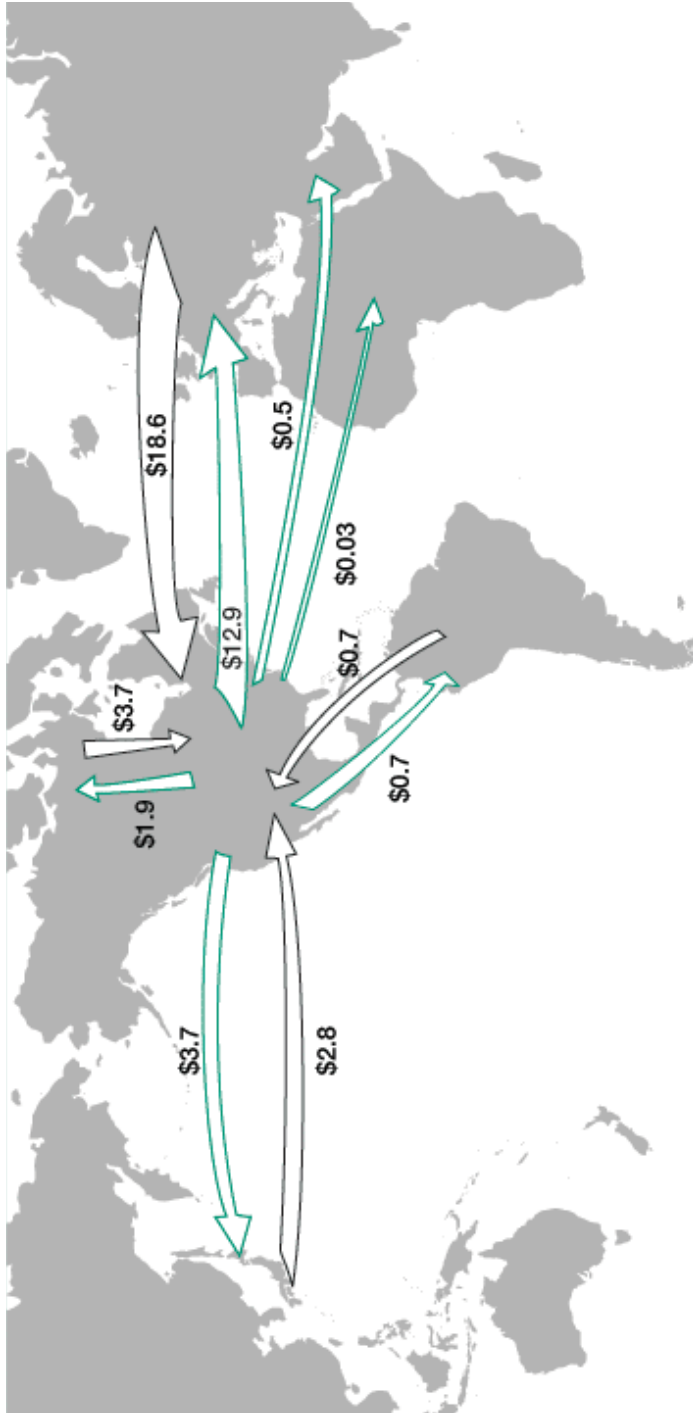
[FIGURA N.º 9]



Fonte: European Commission (2005), Special Eurobarometer 224 – Europeans, Science and Technology (disponível em: http://europa.eu.int/comm/public_opinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf).

Fluxos de investimento internacional em I&D tendo como origem e como destino os EUA (10⁹ \$US)

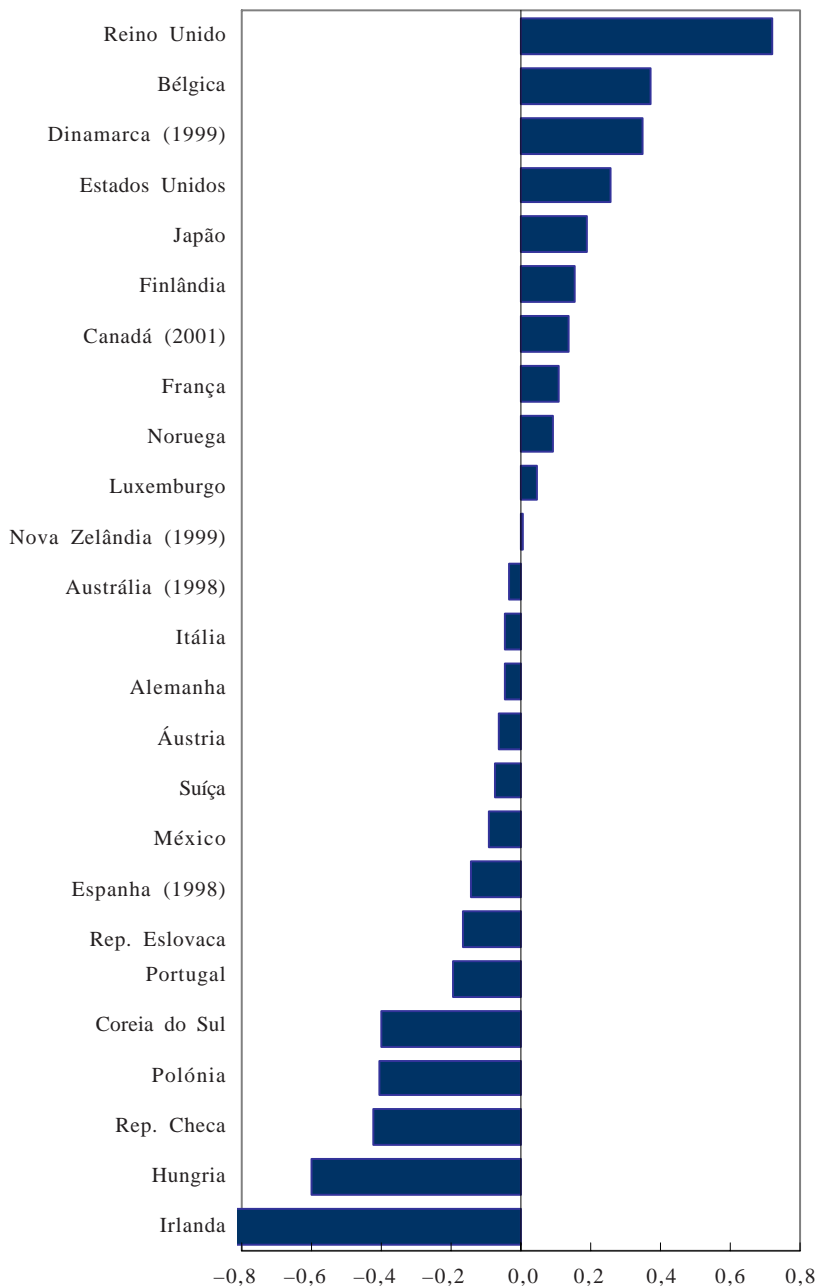
[FIGURA N.º 10]



Fonte: NSF, Science and Engineering Indicators 2004 (disponível em <http://www.nsf.gov/statistics/seind04/>).

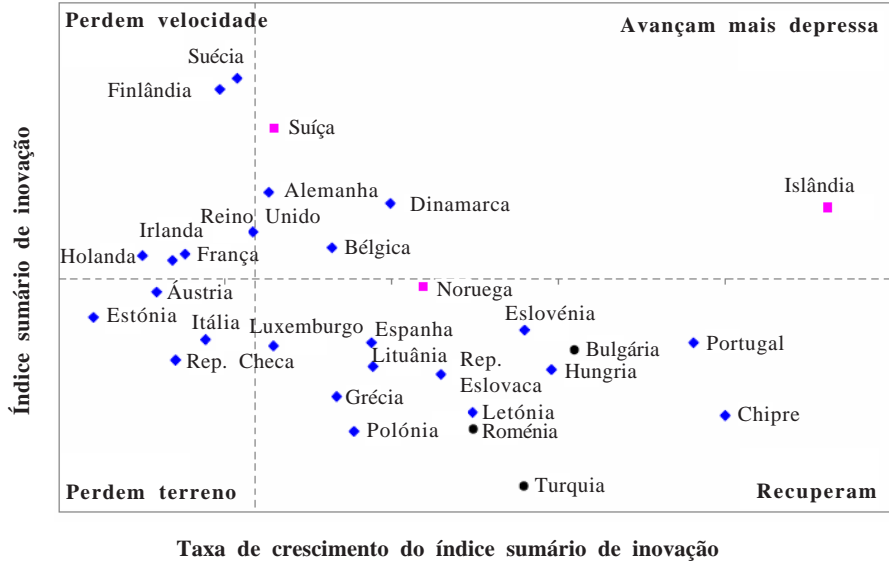
Balança de pagamentos tecnológicos

[FIGURA N.º 11]



Desempenho tendencial, índice Global de Inovação 2006

[FIGURA N.º 12]

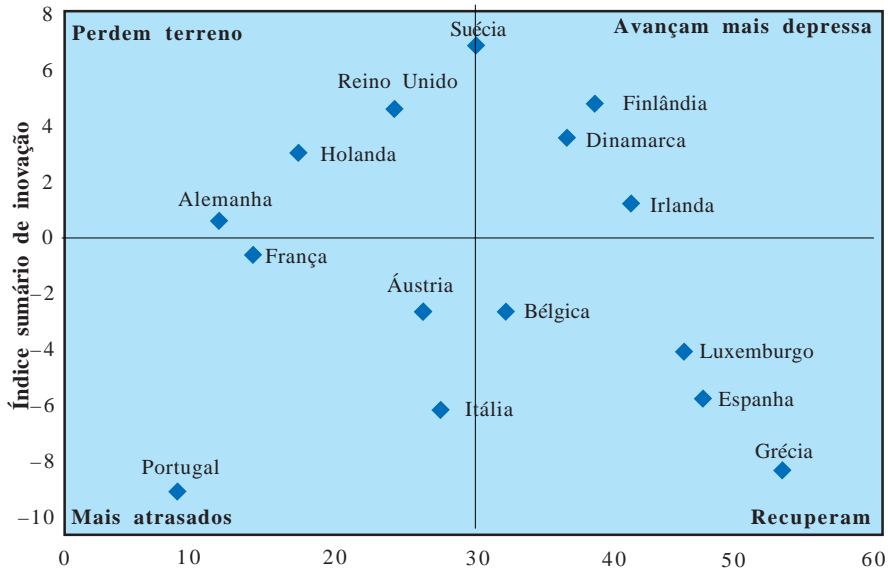


Nota: As linhas a tracejado representam a média da UE.

Fonte: Hollanders e Arundel (2006).

Resultados do Painel Europeu de Inovação (2001)

[FIGURA N.º 13]

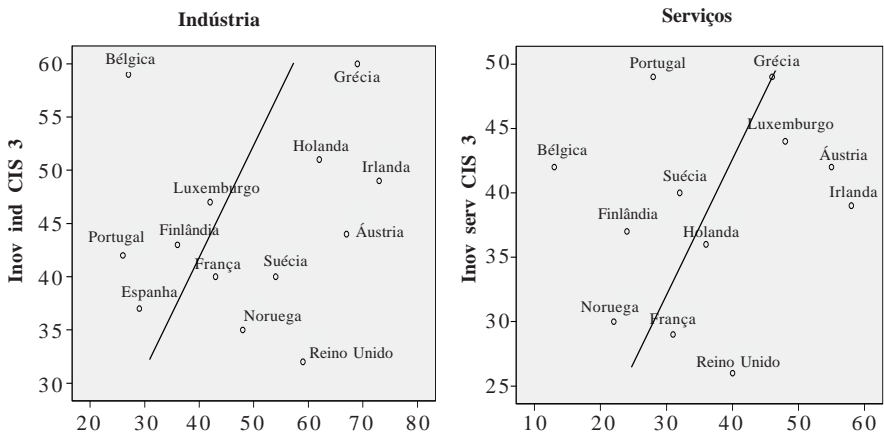


Alteração percentual média (95/97-99/2000) dos indicadores de tendências

Fonte: SEC (2001).

Comparação dos resultados dos inquéritos comunitários à inovação

[FIGURA N.º 14]



Fonte: Os dados do CIS II provêm de Conceição e Ávila (2001); os dados do CIS foram compilados a partir de *Innovation in Europe: Results for the EU, Iceland and Norway*, III, 1998-2001, 2004 edition (disponível em http://www.oces.mctes.pt/docs/ficheiros/EN_catalogue_Eurostat&product_KS_59_04_257___N_EN&mode_download.pdf).