



A coexistência entre a inovação tecnológica, as condicionantes políticas e o desenvolvimento económico - uma aplicação da análise classificatória a 54 países para a compreensão do eixo do bem-estar

Ana Oliveira-Brochado¹
Francisco Vitorino Martins²

Resumo

Neste trabalho consideram-se 11 variáveis de desenvolvimento tecnológico e 10 variáveis de natureza política para classificar 54 países (os que tinham informação publicada sobre as 21 variáveis) em dois conjuntos de grupos. Utilizou-se o método *k-médias difuso* que permite a classificação sobreposta (um país pode pertencer a mais que um grupo). Identificaram-se três grupos de países com base no desenvolvimento tecnológicos e quatro grupos com base no respectivo desenvolvimento político. Os grupos podem ser hierarquizados e estão associados a diferentes níveis de PIB *per capita* e de IDH- Índice de desenvolvimento humano.

Palavras-Chaves: desenvolvimento económico; inovação tecnológica; democracia; análise classificatória.

Recebimento: 10/2/2008 • Aceite: 1/4/2009

¹ Faculdade de Economia, Universidade do Porto, Portugal. End: Praça Gomes Teixeira 4099-002, Porto, Portugal. E-mail: abrochado@fep.up.pt

² Faculdade de Economia, Universidade do Porto, Portugal. E-mail: vmartins@fep.up.pt

The coexistence between technological innovation, political conditioners and economic development - an application of the classificatory analysis to 54 countries for the understanding of the welfare axis

Abstract

This study considers 11 variables of technological development and 10 variables of political character so as to classify 54 countries (those which had published information on the 21 variables) in two sets of groups. We used the fuzzy k-means method that admits the overlapping classification (a country may belong to more than one group). Three groups of countries were identified with base on technological development, and four groups with base on the respective political development. These groups can be hierarchized and are associated to different levels of GDP per capita and HDI – Human Development Index.

Keywords: economic development, technological innovation, cluster analysis.

Introdução

Na literatura sobre a relação entre a democracia e o desenvolvimento económico é possível encontrar duas grandes questões em aberto. A primeira relaciona-se com a hipótese dos países se tornarem democráticos apenas para níveis de produto per capita superiores, e a segunda com a hipótese de a democracia favorecer o desenvolvimento económico, capturado pelo crescimento do PIB per capita. Relativamente à primeira questão, alguns autores referem que se observa empiricamente que países mais ricos são democracias, pelo que o desenvolvimento económico favorece a transição para a liberdade política (LIPSET, 1959; BARRO, 1999). Outros autores, no entanto, sugerem que esta evidência não é robusta (Acemoglu et al., 2005) na medida em que se forem controlados os factores que exercem influência de forma simultânea sobre rendimento e as instituições políticas, não são identificados efeitos do nível do rendimento na democracia. Huntington (1991) defende ainda que o processo para a democratização não é linear e que há ondas a favor e contra a democratização.

Relativamente à segunda questão, observam-se igualmente divergências na literatura. Barro (1996) sustenta que os países não se tornam demasiado cedo democráticos relativamente ao seu produto per capita, na medida em que as instituições democráticas podem aumentar as pressões redistributivas e exercer um efeito negativo no crescimento. Mulligan, Sala-i-Martin e Gil (2003) identificam poucas diferenças entre as políticas públicas em países com diferentes graus de democracia, questionado deste modo a relação entre a forma de governação e o desempenho económico. Persson e Tabellini (2006), por outro lado, concluem que o crescimento e a consolidação das democracias ocorrem ao mesmo do tempo. Acemoglu (2007) defende que a democracia exerce efeitos positivos e negativos no crescimento. Segundo o autor, um maior grau de democracia favorece o crescimento ao dinamizar a inovação decorrente da redução das barreiras à entrada de novos concorrentes do mercado, mas simultaneamente tende a gerar uma maior carga fiscal, exercendo o efeito contrário. Aghion, Alesina e Trebbi (2007) introduzem no debate a dimensão tecnológica, defendendo que as instituições políticas e a democracia podem ter efeitos diferentes em vários sectores da economia, possivelmente dependendo de características específicas da tecnologia e do mercado industrial. Os autores concluem que as instituições democráticas favorecem o crescimento em sectores mais avançados, que a eliminação das barreiras à entrada nestes sectores tende a estimular a

inovação a níveis mais elevados de desenvolvimento tecnológico e que as economias tecnologicamente mais avançadas beneficiam mais de instituições mais democráticas.

Neste trabalho pretende-se estudar empiricamente a relação entre o desenvolvimento económico, a democracia e a tecnologia. Em alternativa a um posicionamento teórico, adoptou-se uma abordagem descritiva, pretendendo-se estudar até que ponto os países se distinguem entre si pelos factores ligados à criatividade e inovação tecnológica e pelas condições políticas estruturantes - democratização, participação dos cidadãos e transparência, eficácia governativa e legislação. Adicionalmente, pretende-se analisar se estes dois grupos de factores - de inovação e desenvolvimento tecnológico e os factores políticos - estão associados a um maior nível de desenvolvimento económico e humano.

Em consequência, são propostas duas classificações (uma para cada grupo de factores) para 54 países com recurso a uma abordagem de classificação difusa, tendo-se desenvolvido para o efeito um programa informático que inclui o método *k*-médias difuso (*fuzzy k-means*). Numa segunda etapa, conjugam-se as duas classificações com o propósito de analisar se estas duas variáveis se reflectem nos indicadores de desempenho económico (PIB *per capita*) e no indicador de desenvolvimento e bem estar (IDH), recorrendo-se aos modelos de regressão linear múltipla (na versão análise da variância).

Uma nota prévia relativa a limitações de ordem estatística (disponibilidade de informação estatística) deste trabalho: são considerados apenas 54 países que são naturalmente aqueles que já atingiram determinados limiares de desenvolvimento tecnológico e de organização social e política. Assim, os países de língua oficial portuguesa incluídos são apenas dois: o Brasil e Portugal, esperando-se que as tendências de desenvolvimento traçadas nesta investigação possam também ser úteis aos restantes países.

Bases e métodos de classificação

Na segmentação que envolve aspectos internacionais, tal como em qualquer outro processo de segmentação, são necessárias duas opções técnicas: a escolha da base de segmentação - característica ou grupo de características (variáveis) utilizadas na associação de países a grupos homogéneos e a opção por um método de classificação.

Neste trabalho são utilizadas variáveis relativas ao desenvolvimento económico e tecnológico, ao nível agregado (PNUD,

2001), bem como variáveis de carácter qualitativo e subjectivo para os factores políticos (PNUD, 2002)).

Factores de desenvolvimento tecnológico

A classificação tecnológica propõe o agrupamento do conjunto de 54 países em função do perfil das suas realizações individuais na criação e difusão tecnológica e na construção de capacidades humanas para dirigir novas inovações. No processo de segmentação dos países que compõe a amostra seleccionada são utilizadas 11 variáveis de segmentação, organizadas em cinco grupos: criação de tecnologia, difusão de inovações recentes, difusão de inovações antigas, qualificações humanas e recursos afectos à actividade I&D. A Tabela 1 apresenta a caracterização estatística da amostra e as fontes de dados secundários utilizados³.

Tabela 1: Desenvolvimento tecnológico: caracterização das variáveis de segmentação

Grupo	Variáveis	Fonte	Código	Média	Desvio-padrão	Máximo	Mínimo
Criação de tecnologia	Patentes concedidas a residentes 99 (por milhão de pessoas)	World Intellectual Property Organization	PATENT	251,35	538,45	2851,12	0,00
	Receitas de royalties e direitos de licenças 99 (por 1000 pessoas) USD	World Bank	ROYALTY	23,25	43,15	156,60	0,00
Difusão inovações recentes	Utilizadores INTERNET 00	International Telecommunication Union	INTERNET	145,05	135,06	489,87	1,64
	Exportações de alta tecnologia	United Nations	XHTECN	36,07	22,66	80,80	1,00
Difusão inovações antigas	Telefones, cabo e móvel, por 1000 pessoas	International Telecommunication Union	TELEF	530,50	391,58	1329,00	28,00
	Consumo de electricidade kw/h percapita	World Bank	ELETRIC	4303,35	4591,35	24607,00	244,00
Qualificações Humanas	Anos médios de escolaridade	United Nations	ESCOLARID	7,99	2,10	12,00	4,90
	Taxa de escolarização superior bruta em ciências	UNESCO	TESBC	9,78	6,10	27,40	1,40
	Despesa Pública em Educação % PIB	UNESCO	DPEDUC	5,01	1,75	9,80	1,40
Recursos I&D	Despesas I&D %PIB	World Bank	DESPID	1,10	0,92	3,80	0,00
	Cientistas e engenheiros em I&D (100000pessoas)	World Bank	CIENTID	1304,52	1226,02	4909,00	8,00

³ A dimensão da amostra foi limitada pela necessidade de cobertura de todas as variáveis dos países em estudo.

Factores políticos

A democracia pode ser definida como um sistema de procedimentos institucionalizados para a participação política aberta e concorrencial, a eleição dos principais dirigentes governamentais e limites substanciais aos poderes dos dirigentes (PNUD, 2002). Partindo do pressuposto de que uma governação verdadeiramente democrática requer a participação generalizada e substantiva dos cidadãos e a responsabilidade das pessoas que detêm o poder, entende-se que a utilização de indicadores subjectivos, baseados nas opiniões de especialistas sobre o grau de democracia de um país, constitui a abordagem mais adequada para a captação deste conceito qualitativo para cada país (apesar dos potenciais enviesamentos resultantes de diferenças de conhecimento, opinião e percepção). Neste trabalho são usados os dados publicados no Relatório das Nações Unidas (PNUD, 2002)) e que são por sua vez originários de diversas fontes (conforme a referida publicação).

Deste modo, a classificação é efectuada com recurso a uma base de segmentação de 10 variáveis, definidas em escalas de avaliação que se propõem captar a extensão da democracia, eficiência governativa e nível regulamentador e corrupção (Tabela 2). De notar que as variáveis liberdades civis, direitos políticos e liberdade de imprensa são codificadas de forma inversa às restantes, ou seja o seu aumento significa uma classificação mais negativa.

Tabela 2: Factores políticos: caracterização das variáveis de segmentação

Grupo	Variáveis	Intervalo	Código	Média	Desvio-padrão	Máximo	Mínimo
Democracia	Resultado em organização política	-10 (menos democrático) a 10 (mais democrático)	OGRP	7,36	4,67	10	-7
	Liberdades Cívicas	1 (livre) a 7 (não livre)	LIBCIV	2,61	1,48	7	1
	Direitos políticos	1 (livre) a 7 (não livre)	DIRPOL	2,13	1,79	7	1
	Liberdade de imprensa	1 (livre) a 100 (não livre)	LIBIMP	32,67	21,23	80	5
	Voz e responsabilidade	-2,5 (pior) a 2,5 (melhor)	VRESP	0,70	0,79	1,70	-1,40
Regras legais e eficiência governativa	Estabilidade política e ausência de violência	-2,5 (pior) a 2,5 (melhor)	ESTPOL	0,58	0,74	1,61	-1,63
	Lei e ordem	0 (pior) a 6 (melhor)	LEI	4,23	1,42	6	1
	Regras legais	-2,5 (pior) a 2,5 (melhor)	RLEGAIS	0,59	0,86	1,86	-0,97
	Eficiência governativa	-2,5 (pior) a 2,5 (melhor)	EFIGOV	0,61	0,80	2,16	-0,81
Corrupção	Suborno (corrupção)	-2,5 (pior) a 2,5 (melhor)	SUBORN	0,58	0,94	2,25	-1,01

Em termos de métodos de classificação, neste trabalho de investigação usam-se quer os métodos hierárquicos de não sobreposição dos grupos (cada país pertence a um grupo e um só), com o objectivo de escolher o número de grupos, quer os métodos de classificação difusos (um país pode pertencer a mais que um grupo) para identificar os países componentes de cada grupo – a classificação. O método não sobreposto usado foi o método de ward e o método difuso o método k-médias difuso, que de seguida de apresenta.

O método de classificação k-médias difuso

As classificações de base tecnológica e de base democrática são efectuadas com uma abordagem de classificação difusa - modelo K-Médias Difuso (BEZDEK, 1973; DEZDEK, 1974, DUNN, 1974). O modelo e algoritmo associado foram implementados no programa Statistica, com recurso à linguagem de programação *Statistica Basic*. O modelo k-médias difuso é versão difusa do modelo de partição não sobreposta k-médias, sendo baseado no critério da variância difusa generalizada:

$$J_{FKM} = \sum_{n=1}^N \sum_{s=1}^S p_{ns}^r d_{ns}^2 \tag{1}$$

em que $p_{ns} \in [0,1]$, $\sum_{s=1}^S p_{ns} = 1$ representa o valor de pertença do objecto n ($1 \leq n \leq N$) na classe s ($1 \leq s \leq S$). A extensão é efectuada através da introdução de um peso r (*fuzziness factor*), caracterizando a família $\{J_{FKM} | 1 \leq r < \infty\}$. Quando $r = 1$, a solução obtida seria uma partição não sobreposta. Se r tende para infinito, os valores de pertença dos objectos a cada classe aproximam-se de $1/S$. O grau difuso da partição aumenta com r , sendo 2 o valor mais frequentemente utilizado (versão original de DUNN, 1974)). Adicionalmente, o parâmetro r diminui a influência dos objectos marginais, quando comparada com a partição não sobreposta (esta propriedade é designada, na terminologia anglo-saxónica, por *robustification*, Hruschka (1986)). A observação de (1) permite ainda constatar que J_{FKM} é uma função de d_{ns}^2 , medida do erro incorrido na representação do objecto n pelo centróide de cada grupo s :

$$d_{ns}^2 = \|x_n - v_s\|_A = (x_n - v_s)A(x_n - v_s)^T \tag{2}$$

Destacam-se três escolhas para a matriz A (ordem $k \times k$) (BEZDEK, 1981), que conduzem à distância Euclidiana ($A_E = [I]$), Diagonal ($A_D = [\text{diag}(\sigma_k^2)]^{-1}$), em que σ_k^2 representa a variância amostral da base de segmentação k) e Mahalanobis ($A_M = [\text{cov}(X)]^{-1}$)

O modelo k -médias difuso constitui, desta forma, um problema de optimização não linear binário, sintetizado na Tabela 3:

Tabela 3: Modelo k-médias difuso

$$\min J_{FKM}(\mathbf{P}, \mathbf{v}, \mathbf{A}) = \min \left\{ \sum_{n=1}^N \sum_{s=1}^S (p_{ns})^r \|x_n - v_s\|_A \right\}$$

sujeito a:

$$\sum_{s=1}^S p_{ns} = 1$$

$$p_{ns} \geq 0$$

A estratégia de otimização da função k-médias difusa, subdividida nas clássicas etapas – Iniciação (1 e 2), Iteração (3 e 4) e Critério de paragem (5) é sintetizada na Tabela 4.

Tabela 4: Algoritmo k-médias difuso

- (1) Determinação de uma partição inicial difusa, escolha de uma medida de distância e fixação do parâmetro r .
- (2) Cálculo dos centros dos grupos através da expressão:

$$v_{sk} = \frac{\sum_{n=1}^N p_{ns}^r x_{nk}}{\sum_{n=1}^N p_{ns}^r} \quad (3)$$

em que x_{nk} representa o valor da variável k ($1 \leq k \leq K$) para o objecto n ($1 \leq n \leq N$).

- (3) Construção de uma nova partição e determinação dos valores de pertença:

(3.1) se um objecto n possui uma distância 0 ao centro da classe s , o valor de p_{ns} é colocado igual a 1 e os valores de pertença do objecto n às restantes classes são colocados iguais a 0;

(3.2) se todas as distâncias de um objecto aos centróides dos S grupos são superiores a 0, os valores de pertença são determinados por:

$$p_{ns} = \left[\sum_{t=1}^s (d_{ns}/d_{nt})^{2/r-1} \right]^{-1}$$

(4)

- (4) Cálculo dos centros dos grupos associados à partição determinada em 3 a partir da expressão (56).
 (5) Repetir os passos 3 e 4 até ser alcançado o critério de paragem.

Fonte: Adaptado a partir de Dunn (1974), pág. 37

As expressões (3) e (4) constituem a base do processo iterativo que converge para um mínimo local, sendo obtidas pela diferenciação da função objectivo em relação às componentes $\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ e

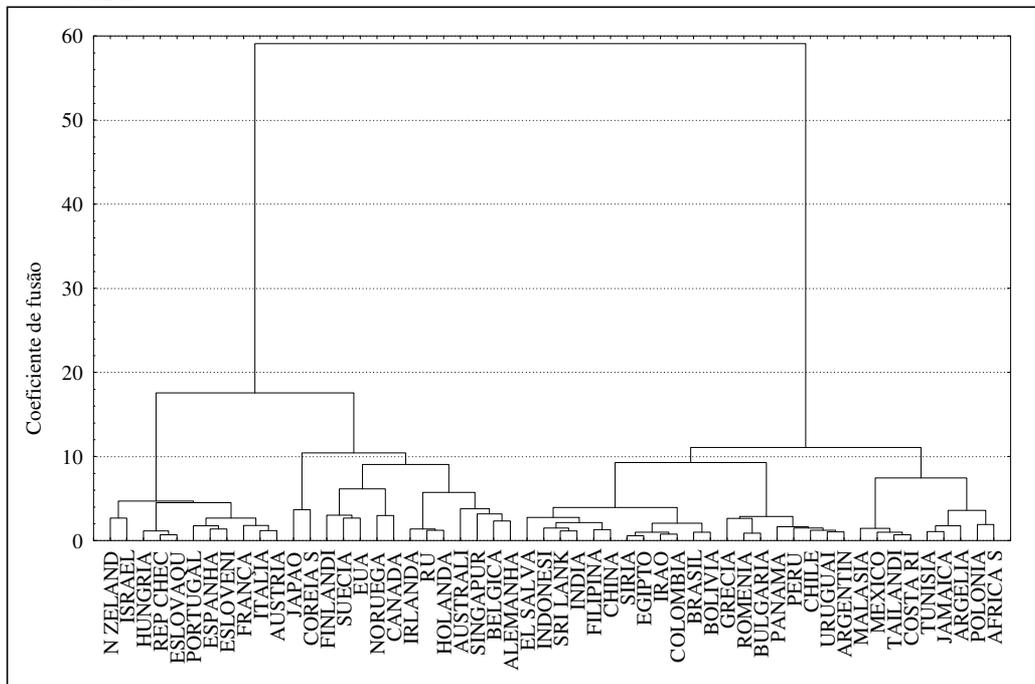
$\{v_1, v_2, \dots, v_s\}$, sujeita à restrição $\sum_{s=1}^s p_{ns} = 1$. A literatura especializada tem divulgado vários estudos sobre a convergência do algoritmo k-médias difuso. Trabalhos de Bezdek (1980), Bezdek, et al. (1987) e Sabin (1987) concluem que as sequências geradas pelos procedimentos da iteração de *Picard* terminam com frequência num mínimo local ou num ponto sela da função objectivo de mínimos quadrados generalizados, que define o problema k-médias difuso.

Classificação tecnológica

O agrupamento dos 54 países com base nas 11 variáveis tecnológicas (Tabela 1) é efectuado recorrendo ao algoritmo de partição difusa k-médias difuso. No entanto, com o propósito de selecção do número adequado de classes (parâmetro necessário à iniciação do algoritmo) utiliza-se previamente o dendograma da estrutura obtido pelo método de agrupamento não sobreposto de Ward.

A inspecção gráfica do dendograma e a análise da evolução do coeficiente de fusão ao longo dos 53 passos do algoritmo sugerem um corte ao nível da distância 11.09, revelando a existência de 3 grupos nos dados.

Figura 1: Classificação tecnológica : dendograma segundo o critério de Ward



A tabela 5, assim como o gráfico 1, sintetiza a informação necessária para a interpretação dos três grupos (solução eleita): para cada classe é apresentado o centróide (médias das 11 variáveis) e, para cada variável, os valores da probabilidade do valor amostral do teste ANOVA relativo às diferenças entre as médias dos segmentos.

Conclui-se que todas as variáveis (individualmente consideradas) exibem diferenças significativas entre os três grupos, com exceção do peso do orçamento público em educação no PIB. Tal resulta da heterogeneidade observada quer inter-grupos, quer intra-grupos (já que os seus valores oscilam na amostra entre 1,4% e 9,8%).

O perfil na criação de tecnologia, utilização de tecnologia, qualificações humanas e recursos em I&D permitiu identificar três grupos de países com características diferenciadas, constituídos respectivamente, por 12, 16 e 26 elementos (considerando uma afectação à classe em que possuem o maior grau de pertença).

O grupo 1 reúne os 12 países (dos 54 da amostra), distribuídos geograficamente por 4 continentes, que se encontram na vanguarda da inovação tecnológica. Este grupo é responsável pelo maior pedido de

patentes e pelos maiores investimentos em I&D. Mas a inovação também significa propriedade, reflectindo-se nas receitas obtidas de licenças e *royalties*. Paralelamente este grupo apresenta o maior desempenho na difusão de inovações antigas e novas e de qualificações humanas necessárias para um dinamismo tecnológico líder. Este grupo revela possuir auto-sustentabilidade no processo de inovação. Podemos designá-lo como o grupo de *vanguarda tecnológica*, manifestando supremacia nas 11 variáveis utilizadas.

Tabela 5: Solução do agrupamento tecnológico

	Centroide											
	Nº Elementos	PATENT	ROYALTY	INTERNET	XHTECN	TELEF	ELETRICD	ESCOLARD	TESBC	DPEDUC	DESPID	CIENTID
Grupo 1	12	893	83	341	53	1028	10151	11	15,97	5,82	2,33	3080
Grupo 2	16	161	15	169	46	735	4887	9	12,43	5,13	1,25	1568
Grupo 3	26	11	1	40	22	175	1246	6	5,29	4,56	0,44	323
<i>Análise da variância</i>												
Estatística F		19	35	90	15	147	37	43	32	2	51	104
Prob Signif		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,112	0,000	0,000

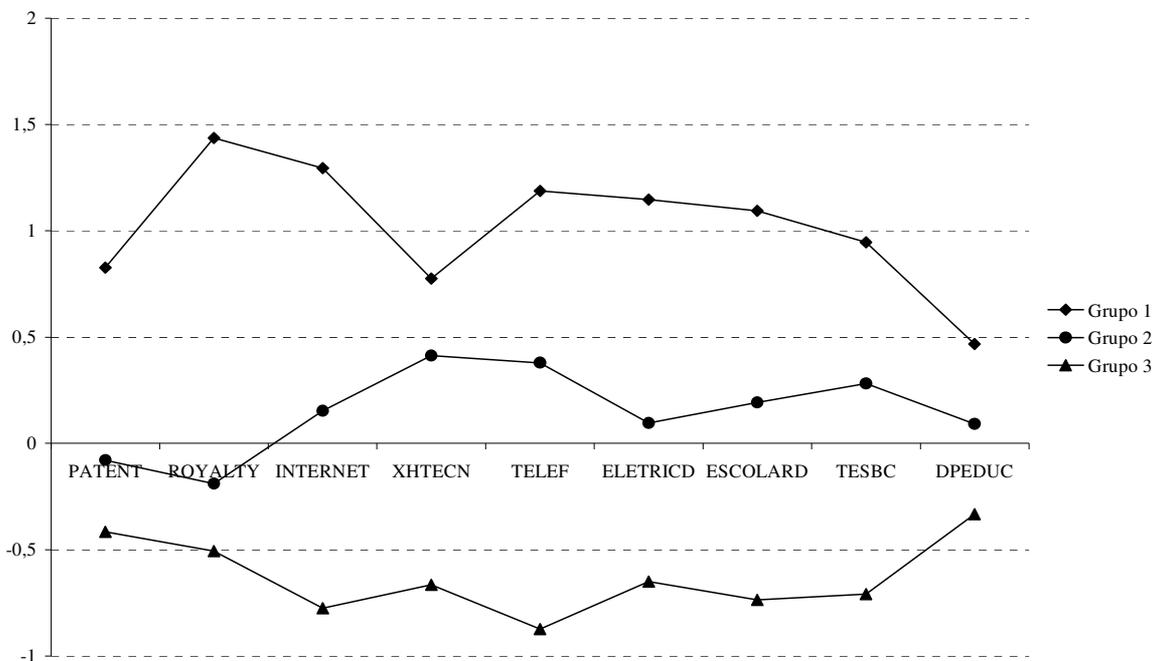
O grupo 2 reúne 16 países que se situam numa posição intermédia relativamente à totalidade dos indicadores tecnológicos. Trata-se do grupo de *tecnologia evoluída*. Adicionalmente observa-se que alguns dos seus elementos apresentam um pior desempenho (relativamente à média, misturando-se mesmo com os elementos do grupo 3) em um ou dois indicadores, a referir: patentes concedidas (Grécia e Portugal), receitas de royalties e licenças (Bulgária e Polónia), utilizadores de Internet (Bulgária), exportações de alta tecnologia (Nova Zelândia e Grécia), anos médios de escolaridade (Portugal), taxa de escolarização bruta em ciências (Polónia, Hungria e República Checa), despesas em I&D (Grécia, Bulgária e Portugal), dimensão da comunidade científica (Israel).

O grupo 3 reúne os restantes 26 países (que representam 48% da amostra) e pode ser considerado o grupo em *vias de desenvolvimento tecnológico*. Este conjunto regista um reduzido desempenho na actividade de inovação (em termos comparativos), com implicações na capacidade de adaptação de produtos às condições locais, necessária para os países que não se encontram na vanguarda tecnológica (o melhor desempenho é da Roménia e Argentina). Verifica-se uma fraca difusão das tecnologias antigas seleccionadas (telefone e electricidade) que constituem não só inputs para uma grande variedade de actividades humanas, como também são necessárias para utilizar as tecnologias mais recentes (reflexo das

características comutativas no processo de difusão). Muitos destes países são países em desenvolvimento, que registam esforços ao nível das qualificações humanas. A classificação proposta não deverá, deste modo, ocultar a real evolução e dinamismo de vários países: existem centros de inovação no Brasil, Índia, África do Sul, Tunísia e noutros locais de outros países da Ásia e América Latina, cada vez com maior envolvimento na inovação tecnológica. No entanto as desigualdades regionais resultam em indicadores globais relativamente fracos.

Repare-se ainda que os três grupos estão perfeitamente hierarquizados em relação a cada uma das 11 variáveis consideradas. A figura 2 sintetiza a informação sobre os centróides (média das variáveis normalizadas por grupo) difusos dos três grupos.

Figura 2: Desenvolvimento tecnológico: centróides dos grupos



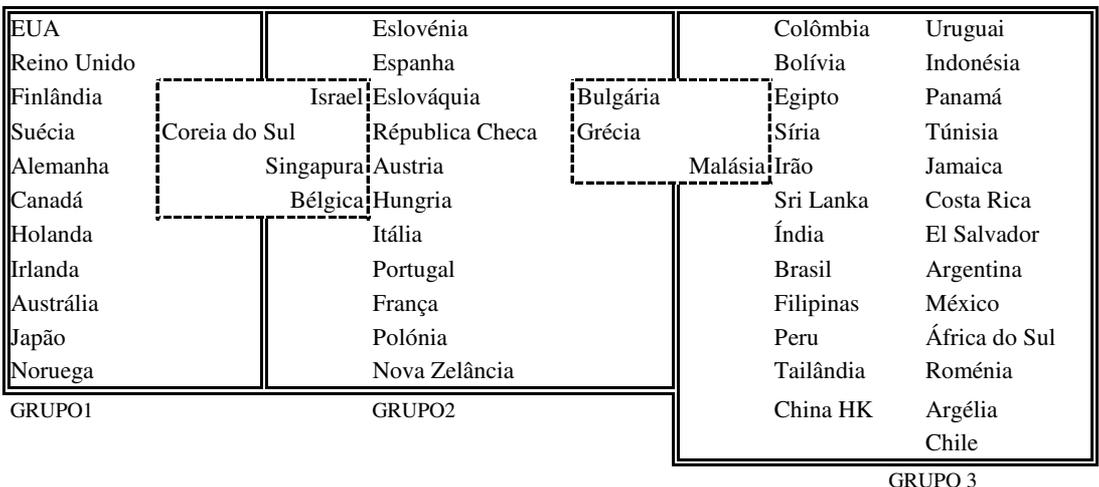
Na figura 3 representa-se a estrutura síntese do agrupamento: os elementos considerados típicos de cada um dos três clusters (por grau de pertença decrescente) e as pontes (países que possuem um grau de pertença com uma diferença inferior a 0,15 entre dois grupos);

estes elementos são posicionados mais próximos do grupo para o qual o respectivo grau de pertença é superior.

Após a análise dos traços característicos de cada grupo, revela-se igualmente interessante analisar os países que se comportam como pontes entre dois grupos:

- a Coreia do Sul aproxima-se do grupo 2 por apresentar o menor consumo de electricidade per capita dos elementos do grupo 1 e o menor valor de mercado para o stock de inovações bem sucedidas com valor de mercado (estimado pelas receitas em royalties e licenças);
- a Bélgica e Israel encontram-se na fronteira entre o grupo dos líderes e líderes potenciais para todas as variáveis
- Singapura apresenta um desempenho próximo dos líderes mundiais na criação de tecnologia, difusão de inovações antigas e recentes, recursos I&D, afectação de orçamento público para a educação, mas regista um número de anos de escolaridade mais reduzido.
- A Grécia apresenta um pior desempenho na criação de tecnologia enquanto a Bulgária apresenta deficiência na difusão de tecnologias recentes e antigas relativamente aos líderes potenciais.
- A Malásia apresenta também, embora de forma ténue, algumas características do grupo intermédio.

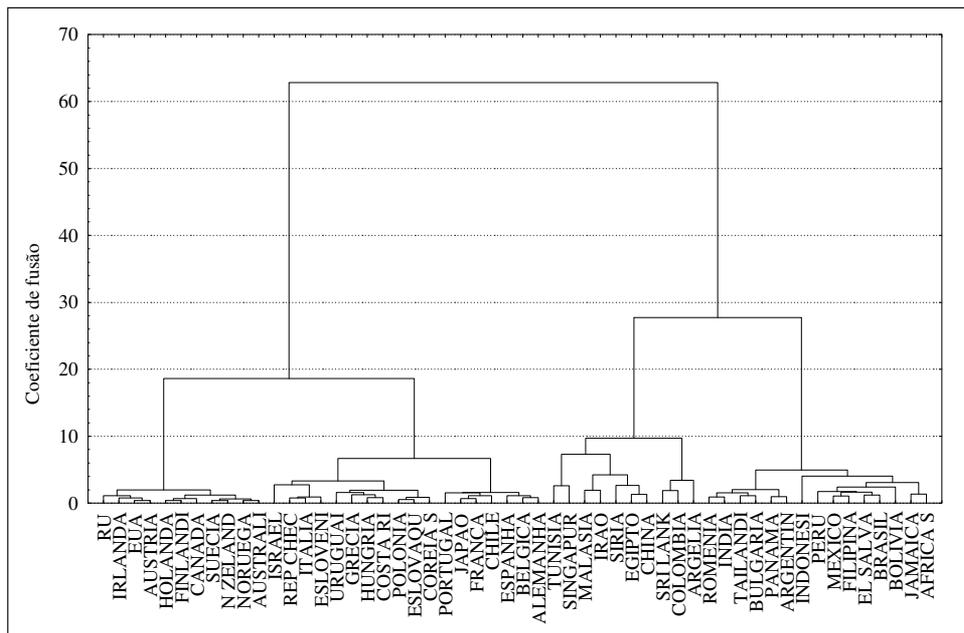
Figura 3: Desenvolvimento tecnológico: estrutura do agrupamento



Classificação política

A utilização preliminar do método hierárquico de Ward para a determinação do número de grupos presente nos dados, com base das 10 variáveis democráticas (Tabela 2), sugere um agrupamento com 4 classes (corte para a distância 9,72).

Figura 4: Classificação política: dendograma segundo o método de Ward



De seguida procede-se à classificação com o algoritmo de classificação difusa *k-médias difuso*. A derivação de uma matriz de partição não sobreposta a partir da matriz de partição difusa permite obter quatro grupos de dimensão 17, 16, 8 e 13. O resultado dos testes ANOVA para a diferença entre as médias dos grupos revela que todas as variáveis apresentam médias diferentes (estatisticamente significativas) na solução obtida (Tabela 6).

Tabela 6: Solução do agrupamento político

	Nº elementos	Centroide									
		ORGPOL	LIBCIV	DIRPOL	LIBIMP	VRESP	ESTPOL	LEI	RLEGAIS	EFICGV	SUBORN
Grupo 1	17	9,94	1,35	1,00	14,35	1,42	1,24	5,59	1,55	1,48	1,63
Grupo 2	16	8,00	2,94	2,19	37,88	0,35	0,01	2,81	-0,29	-0,15	-0,31
Grupo 3	8	-2,75	5,50	6,00	72,25	-0,67	0,21	4,13	0,14	0,32	0,07
Grupo 4	13	9,46	2,08	1,15	25,85	1,03	0,68	4,27	0,67	0,59	0,63
<i>Análise da Variância</i>											
Estatística F		119	93	159	70	73	15	24	54	36	41
Prob Signif		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

O grupo 1 inclui os 17 países que ocupam as melhores posições em todos os indicadores: apresentam os sistemas mais democráticos da amostra e registam o maior respeito pelos direitos civis e políticos. Estes países são os líderes da democracia e os de maior eficiência governativa, por isso podemos classificá-los como os de *vanguarda política*.

No grupo 2 são classificados 16 países que apresentam, em termos médios, as piores pontuações nos critérios estabilidade política e ausência de violência, lei e ordem, regras legais, eficiência governativa e suborno, as terceiras posições nos critérios voz e responsabilidade e organização política, assim como nos critérios liberdades civis, direitos políticos e liberdade de imprensa. Trata-se de um grupo que, de forma resumida, pode ser considerado de *desenvolvimento democrático*.

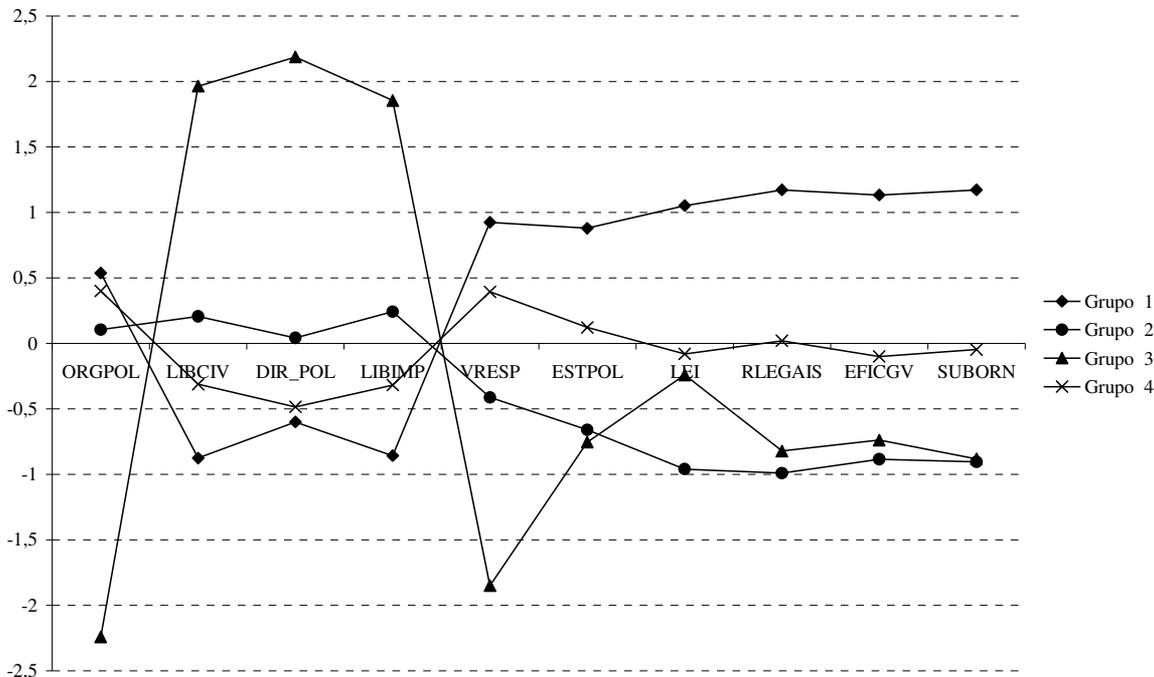
O grupo 3 – considerado de *eficácia política* (relativa) - reúne os 8 países que apresentam as piores pontuações em democracia, embora ocupem o terceiro lugar no que respeita à eficácia governativa e corrupção, relegando nesta matéria para último lugar o grupo 2. São caracterizados por sistemas políticos em que a participação dos cidadãos é restringida, existe pouca objectividade dos meios de comunicação e limitações à liberdade de expressão; o recrutamento dos principais dirigentes governamentais é considerado o menos competitivo da amostra. Nos restantes indicadores (regras legais e eficiência governativa e corrupção) estes 8 países assumem uma maior heterogeneidade: em termos médios registam as segundas piores posições e em termos desagregados misturam-se com os países classificados no grupo 2. Adicionalmente observa-se uma separação da Tunísia (neste segundo grupo de indicadores) dos restantes elementos do grupo, com um perfil intermédio na amostra.

O grupo 4 reúne os países que apresentam perfis próximos do primeiro grupo, mas menos eficazes ao nível democrático e de eficiência governativa. Ocupa o segundo lugar em todas as 10 variáveis de natureza política consideradas. Trata-se do grupo *politicamente desenvolvido*.

Ou seja, fazendo um esforço de hierarquização dos grupos, teríamos o grupo 1 de países a liderar seguido pelo grupo 4 e finalmente os dois outros grupos, que entre si trocam posições em termos da democracia (melhor o grupo 2) e da eficiência governativa (melhor o grupo 3).

A figura 5 sintetiza a informação relevante para a interpretação da estrutura dos segmentos formados.

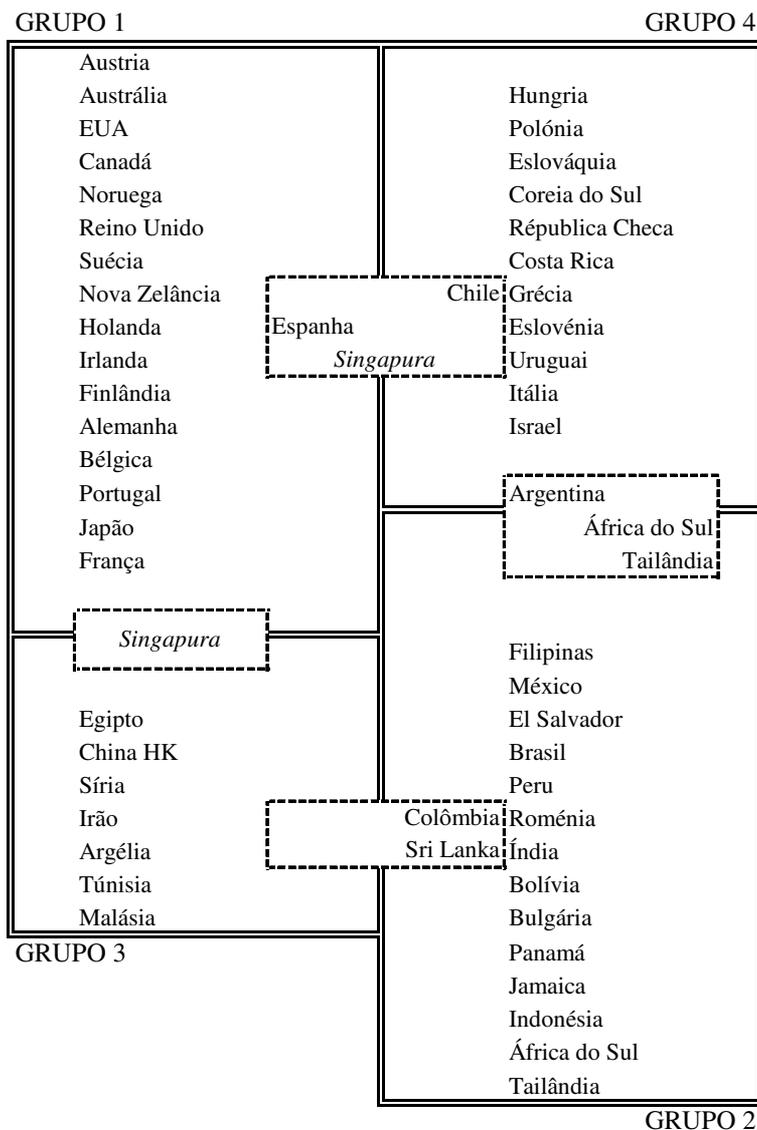
Figura 5: Factores políticos: centróides dos grupos



Após uma análise dos perfis médios, revela-se interessante estudar as características dos países classificados de forma difusa (ver figura 6):

- o país que apresenta o grau de pertença mais difuso é Singapura⁴: nos indicadores relacionados com a democracia possui o mesmo perfil dos países classificados no grupo 3 (piores resultados da amostra), enquanto que nos restantes indicadores (regras legais, eficiência governativa e ausência de corrupção) mereceu classificações semelhantes às registadas para os elementos do primeiro grupo;
- a Espanha, classificada no Grupo 1, assume indicadores que se afastam deste grupo nos critérios de voz e responsabilidade, estabilidade política e ausência de violência e lei e ordem, assumindo um padrão para estas variáveis semelhante ao dos países classificados no Grupo 4;
- o Chile, classificado no Grupo 4, situa-se no limite inferior das pontuações mais baixas dos indicadores de democracia para os países do Grupo 1;
- a Colômbia e o Sri Lanka, países classificados no Grupo 2, assumem indicadores de democracia próximos do Grupo 3 (piores);
- a Argentina, classificada no grupo 4, assume algumas semelhanças com os elementos do Grupo 2 nos critérios suborno, eficiência governativa, regras legais, voz e responsabilidade, resultado em organização política.
- África do Sul e Tailândia aproxima-se dos elementos do grupo 2 nos critérios de regras legais e eficiência governativa.

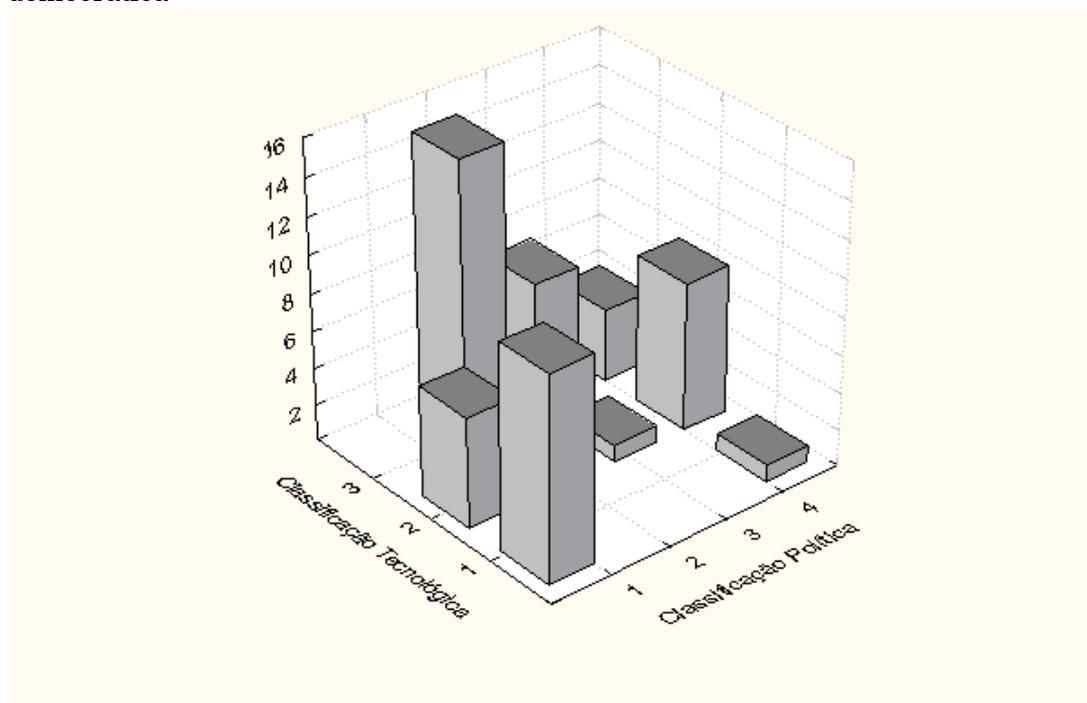
⁴ Singapura registou um grau de pertença igual a 0,27 no Grupo 1, 0,19 no Grupo 2, 0,29 no Grupo 3 e 0,25 no Grupo 4.

Figura 6: Factores políticos: estrutura do agrupamento

Factores tecnológicos e políticos: contribuição para o desenvolvimento económico e humano

De acordo com a dupla classificação - tecnológica e democrática - apresenta-se na figura 8 a distribuição dos 54 países de acordo com aquela classificação cruzada. Os países líderes em termos tecnológicos (dezassexes países) são classificados nos grupos 1 (seis países) e 4 (oito países) na classificação política (os grupos mais evoluídos). Os países de tecnologia evoluída (12 países de nível intermédio) exibem um perfil democrático caracterizado pelo grupo 1 (dez países); os países na via do desenvolvimento tecnológico são incluídos nos grupos 2 (quinze países), 3 (seis países) e 4 (quatro países) por ordem decrescente de importância.

Figura 8: Gráfico do cruzamento da classificação tecnológica versus democrática



De seguida, pretende-se averiguar se, para cada uma das duas estruturas de classificação, os respectivos grupos aparecem associados a maiores níveis de PIB *per capita* e de desenvolvimento humano. Para isso procedeu-se à utilização do modelo de regressão linear múltipla considerando como variáveis explicativas as variáveis *dummy*

relativas aos grupos (3 variáveis *dummy* para os grupos tecnológicos e 4 para os grupos políticos) e como variáveis dependentes, uma de cada vez, o PIB *per capita* e o índice de desenvolvimento humano (IDH). Os resultados obtidos apresentam-se na tabela 7.

Desenvolvimento económico - PIB per capita

Na determinação do PIB per capita, constata-se (equação 1) que os grupos de desenvolvimento tecnológico (através das duas variáveis *dummy* T2 e T3) são estatisticamente significativos (a 5%) quer conjuntamente considerados quer a nível individual. Quer isto dizer que o facto de um país pertencer a um grupo tecnológico mais evoluído determina um maior nível de PIB per capita.

Os grupos democráticos (equação 2) aparecem também como significativos (a 1%) a nível individual e a nível global (variáveis D2, D3 e D4) na determinação do PIB per capita. De notar que os países mais desenvolvidos politicamente (grupos 1 e 4) são os que manifestam maior nível de PIB per capita, sendo que os outros dois grupos, um com algum défice democrático o outro com défice na eficácia governativa, têm um comportamento semelhante com alguma vantagem para o primeiro destes dois grupos.

Tabela 7: Influência dos factores tecnológicos e políticos no desempenho económico e no índice de desenvolvimento humano

	Eq. 1	Eq. 2	Eq. 3	Eq 4	Eq. 5	Eq. 6	Eq. 7	Eq. 8
	PIBpc	PIBpc	PIBpc	PIBpc	IDH	IDH	IDH	IDH
Variáveis Explicativas	Coefficiente s. (p-value)	Coefficientes. (p-value)	Coefficientes. (p-value)	Coefficiente es. (p-value)	Coefficient es. (p-value)	Coefficient es. (p-value)	Coefficient es. (p-value)	Coefficient es. (p-value)
Constante	22939,67 (0,0000)	23788,47 (0,0000)	24789,36 (0,0000)	25610,46 (0,0000)	0,905 (0,0000)	0,924 (0,0000)	0,924 (0,0000)	0,926 (0,0000)
T2	-6273,48 (0,0039)		-1934,812 (0,2065)		-0,029 (0,2500)		0,004 (0,8264)	
T3	-16500,51 (0,0000)		-5406,201 (0,0043)	-2640,115 (0,0374)	-0,159 (0,0000)		-0,036 (0,1114)	-0,039 (0,0293)
D2		-18928,53 (0,0000)	-14740,18 (0,0000)	-18275,42 (0,0000)		-0,196 (0,0000)	-0,163 (0,0000)	-0,162 (0,0000)
D3		-16623,72 (0,0000)	-13328,10 (0,0000)	-18125,94 (0,0000)		-0,196 (0,0000)	-0,17 (0,0000)	-0,169 (0,0000)
D4		-10721,39 (0,0000)	-8868,18 (0,0000)	-11731,05 (0,0000)		-0,071 (0,0001)	-0,063 (0,0012)	-0,062 (0,0004)
T2*D1				-4722,3 (0,0023)				
T2*D2				13282,47 (0,0002)				
R2	0,6252	0,8217	0,8511	0,9030	0,5633	0,8019	0,8206	0,8204
S	5440,82	3790,07	3535,21	2882,93	0,0652	0,0444	0,0431	0,0427
F	42,54 (0,0000)	76,82 (0,0000)	54,87 (0,0000)	72,95 (0,0000)	32,89 (0,0000)	67,47 (0,0000)	43,91 (0,0000)	55,96 (0,0000)

Considerando em simultâneo os grupos tecnológicos e os grupos políticos (equação 3), constata-se que os grupos políticos são individualmente estatisticamente significativos (a 1%) assim como a variável T3, não o sendo contudo a variável T2 (o grupo 2 tecnológico não se distingue do grupo 1 tecnológico). Nesta altura considerou-se (equação 4) a separação dos efeitos da variável T2 em interacção com os grupos democráticos em que dois destes grupos (D1 e D2 em interacção) se revelavam também significativos. O modelo conjunto escolhido (equação 4) demonstra que os grupos democráticos e tecnológicos em conjunto dão conta de cerca de 90% da variação total do PIB per capita e que os dois grupos de factores não se sobrepõem, complementando-se na contribuição da explicação da eficácia económica medida pelo PIB. Sobram apenas 10% das variações do PIB per capita observadas para os 54 países que não foram explicadas pelos factores avançados, atribuindo-se talvez a especificidades individuais dos países.

Desenvolvimento humano- Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Para se avaliar a importância dos dois grupos de factores no desempenho de um país considerou-se também o Índice de Desenvolvimento Humano que corrige o indicador *PIB* per capita por factores sociais.

Assim, a variável T2 não se revelou estatisticamente significativa na determinação do IDH (equação 5), o que significa que não se devem distinguir os grupos tecnológicos 1 e 2.

Os grupos democráticos (equação 6) voltam a revelar a sua forte capacidade explicativa (as suas três variáveis explicam cerca de 80% das variações do IDH, depois de terem alcançado 82 % em relação ao PIB per capita)

Juntando-se os dois grupos de factores (equação 7), as (duas) variáveis tecnológicas não se revelam estatisticamente significativas no conjunto das cinco variáveis *dummy* representativas dos dois grupos. Na regressão final proposta (equação 8), em que se distinguia apenas o grupo 3 tecnológico (através da variável T3) de notar que cada uma das variáveis *dummy* políticas é significativa (a 1%) e agora T3 também é estatisticamente significativa (a 5%). Esta regressão com as três variáveis *dummy* políticas e a variável tecnológica T3 compreende cerca de 82% das variações observadas no IDH dos 54 países, restando apenas por compreender 18% da sua variação total devido, talvez, a efeitos individuais. Repare-se que nesta regressão se

conclui que os países dos grupos tecnológicos 1 e 2 (agora conjuntamente considerados) estão associados a valores mais elevados do IDH que os países do grupo 3, sendo que os países mais desenvolvidos politicamente, grupo 1 e depois 4, também verificam níveis de IDH superiores e que os países dos grupos 2 e 3 têm níveis semelhantes de IDH, agora com uma muito ligeira vantagem para o grupo 2.

Síntese Conclusiva

Neste trabalho conjugou-se a utilização de dois conjuntos de dados: uns, relativos à caracterização tecnológica, e por isso objectivos, outros, indicadores subjectivos obtidos a partir da opinião de especialistas sobre o perfil político/ democrático dos países. Com base nestes dois conjuntos de dados procedeu-se à classificação dos 54 países analisados em grupos. Demonstram-se as vantagens dos métodos de agrupamento difuso (método k-médias difuso) no contexto da classificação internacional ao se detectarem países que reúnem características de mais que um segmento.

As partições efectuadas revelaram-se pertinentes pois permitem agrupar e hierarquizar os países de acordo com o seu grau de desenvolvimento tecnológico (três grupos) e político (quatro grupos) a partir de variáveis concretas. Estes grupos implicam também o acesso a determinados níveis de desenvolvimento económico e humano.

Se é permitida uma conclusão em termos de política de desenvolvimento, os países devem tomar medidas para melhorar quer o nível tecnológico quer o nível político e que se consubstanciem em melhorias nas 11 variáveis tecnológicas e nas 10 variáveis políticas propostas para que possam atingir patamares mais elevados de bem estar.

Em termos futuros, valerá a pena, em termos metodológicos, aumentar a dimensão da amostra, nomeadamente considerando um painel, ensaiar abordagens de classificação dinâmica e ainda utilizar métodos de classificação de dependência, inspirados em modelos teóricos para as relações em estudo, tecnologia vs desenvolvimento e factores políticos *versus* desenvolvimento.

Bibliografia

ACEMOGLU, D.; Johnson, S.; Robinson, J.; and Yared, P. **Income and Democracy**, Mimeo, MIT, 2005.

AGHION, P.; Alesina, A. e Trebbi, F. **Democracy, Technology and Growth**. NBER Working Paper Series N. 13180, 2007.

BARRO, R. **Democracy and Growth**, *Journal of Economic Growth*, v. 1, p. 1-27, 1996.

BEZDEK, J. C. **Fuzzy Mathematics en Pattern Classification**. Ithaca, Applied Math. Center, Cornell University, 1973

BEZDEK, J. C. **Numerical Taxonomy with Fuzzy Sets**. *Journal of Mathematical Biology*, v. 1, p. 57-71, 1974.

DUNN, J. C. A Fuzzy Relative of the ISODATA Process and its Use in Detecting Compact Well-Separated Clusters, *Journal of Cybernetics*, v. 3, p. 32-57, 1974.

HUNTINGTON, S. **The Third Wave: Democratization in the Late Twentieth Century**, University of Oklahoma Press, 1991.

LIPSET, S. M. Some Social Requisites of Democracy: Economic Development and Political Legitimacy, *American Political Science Review*, v. 53, p. 69-105, 1959.

MULLIGAN, C. B., Sala-i-Martin, X. e Gil, R. Do Democracies Have Different Public Policies than Nondemocracies?, *Journal of Economic Perspectives*, v. 18, p. 51-74, 2004.

PERSSON, T. e Tabellini, G. Democratic Capital: The Nexus of Political and Economic Change. *NBER Working Papers* No 12175, 2006.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Relatório do desenvolvimento humano 2001. Novas tecnologias e desenvolvimento humano, Trinova Editora, 2001.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Relatório do desenvolvimento humano 2002. Aprofundar a democracia num mundo fragmentado, Trinova Editora, 2002.