

Efeitos recíprocos entre finanças e inovação

Encontro Nacional de Economia – Anpec 2009 – Área 8 Economia Industrial e da Tecnologia

RESUMO

Este artigo investiga as relações entre as dimensões monetário-financeira e industrial-inovativa na atualidade, a partir de uma comparação internacional. Na medida em que esse exercício utiliza dados para 212 países entre 1999 e 2003, é possível uma avaliação preliminar sobre como estágios de desenvolvimento econômico são influenciados por essa articulação. Para o conjunto de 70 países que possuem os dados relevantes para captar essas três dimensões, busca-se identificar a relação entre as variáveis e investigar a existência de grupos entre as dimensões monetário-financeira e industrial-inovativa. A aplicação de uma técnica de *clustering* divide esses países em três grupos distintos.

PALAVRAS-CHAVE: finanças, inovação, co-evolução, métodos de *clustering*

CLASSIFICAÇÃO JEL: B10, G20, O30

ABSTRACT

The relationship between finance and innovation is key for economic development. Both classical economists and economic historians highlight the importance of these connections for successful capitalist economies. This paper investigates the relationship between finance and innovation in a cross-country comparison and also using panel data. This comparison uses three sets of data for 212 countries (science and technology, banks and credit and GDP per capita) for the period between 1999 and 2003. For the 70 countries that produce patents and papers and have banks and stock-exchanges, these data show a strong correlation among these three dimensions. Clustering techniques divide these 70 countries in three subsets, suggesting reciprocal effects between finance and innovation.

KEY WORDS: finance, innovation, co-evolution, clustering techniques

JEL CLASSIFICATION: B10, G20, O30

^(*) PUC-RJ (e-mail: bernardherskovic@gmail.com).

^(**) Cedeplar-UFMG (lcr@cedeplar.ufmg.br).

^(***) Cedeplar-UFMG (albuquer@cedeplar.ufmg.br),

INTRODUÇÃO

As relações entre finanças e inovação são complexas e multifacetadas. Recentemente, tanto a literatura sobre crescimento econômico (a partir de Levine, 1997) como a literatura sobre economia da tecnologia (a partir de O’Sullivan, 2004, Perez, 2002, Chesnais, 2006) têm dedicado maior atenção a esse tema. Esse interesse renovado faz justiça a autores clássicos e a historiadores da economia que contribuíram para indicar – nas suas linguagens específicas - como a articulação entre a dimensão monetário-financeira e a dimensão industrial-inovativa é decisiva para o desenvolvimento econômico.

Este artigo investiga as relações entre as dimensões monetário-financeira e industrial-inovativa na atualidade, a partir de uma comparação internacional. Dois exercícios empíricos distintos são realizados neste artigo. Primeiro, usando os dados em painel para os 212 países entre 1999 e 2003, procura-se identificar a relação entre os estágios de desenvolvimento econômico e as dimensões industrial-inovativa e monetário-financeira controlando pela especificidade de cada país e é possível ter uma avaliação preliminar sobre como estágios de desenvolvimento econômico são influenciados por essa articulação.

O segundo exercício empírico investiga o agrupamento de países com dimensões industrial-inovativa e monetário-financeira semelhantes. Os resultados encontrados corroboram de certa forma a hipótese de efeitos recíprocos entre essas duas dimensões, a monetário-financeira e a industrial-inovativa. Esta é a contribuição específica deste estudo vis-à-vis outros trabalhos empíricos, como os de Levine (1997): a possibilidade de analisar os dados internacionais de forma a avaliar as especificidades dos países em diferentes níveis de desenvolvimento.

Este estudo está também articulado com uma agenda de pesquisas mais ampla, que até este momento esteve centrada na investigação das relações entre ciência, tecnologia e riqueza das nações (Ribeiro et al, 2006a, 2006b). Nesse sentido, este artigo ao investigar o papel da dimensão monetário-financeira nessas relações, contribui para a compreensão de fundamentos teóricos e empíricos para a construção de um modelo evolucionário dinâmico incluindo variáveis monetário-financeiras, meta dessa agenda de pesquisa.

A primeira seção deste artigo busca organizar argumentos e evidências disponíveis na história do pensamento econômico (HPE) e na obra de historiadores da economia que articulam a dimensão monetário-financeira com a industrial-inovativa, uma resenha que organiza o raciocínio teórico e contribui para a seleção das variáveis para análise. A segunda seção apresenta os dados e as variáveis relevantes, introduz a análise empírica da relação entre o sistema de crédito, o desenvolvimento científico-tecnológico e o nível de renda (com os dados de cada país no ano de 2003) e descreve as estatísticas básicas. A terceira seção contém os dois exercícios empíricos, primeiro procura-se identificar a relação entre as variáveis realizando. Ainda na terceira seção, criam-se dois índices sintéticos para representarem a dimensão financeira e a científico-tecnológica, mostra-se a formação de grupos entre essas duas dimensões. A quarta seção conclui o trabalho.

I - NOTAS SOBRE A ARTICULAÇÃO ENTRE FINANÇAS E INOVAÇÃO

As inovações monetárias e financeiras são uma constante na história econômica. Braudel (1986) pode ser uma referência para constatar essa presença, pelo menos desde 1200 DC. Certamente desde o período de preparação da Revolução Industrial as inovações monetárias e financeiras se aceleram e passam a estabelecer uma dinâmica de interação com dimensão industrial-inovativa que perpassa toda a história do desenvolvimento capitalista. Braudel destaca essa relação em um capítulo sobre a Revolução Industrial inglesa: “... na onda das revoluções... houve mesmo uma revolução financeira que correu misturada com a industrialização do país, que se não a provocou, pelo menos a acompanhou e até a tornou possível” (1986, p. 559).

Essas mudanças não passaram despercebidas dos clássicos da economia. Por isso é útil identificar pontos na HPE que contribuam para a percepção dessas relações ao longo do tempo, na medida em que a HPE pode nos fornecer uma espécie de síntese da evolução temporal dessas interações.

James Steuart (1767)¹ apresenta uma elaboração bastante desenvolvida sobre duas principais inovações monetário-financeiras que se desenvolviam em seu tempo: “dinheiro simbólico” (notas bancárias e papel-moeda) e “bancos de circulação” (bancos capazes de fornecer crédito). Essas duas inovações monetário-financeiras têm uma contribuição decisiva para superar as limitações impostas por uma circulação exclusivamente metálica. No Capítulo 26 do Livro II, Steuart apresenta os efeitos da superação dessa limitação sobre a indústria, ao mesmo tempo em que explicita as demandas da indústria para superar tal limitação: “*Those nations, therefore, who circulate their metals only, confine industry to the proportion of the mass of them. Those who can circulate their lands, their houses, their manufactures, nay their personal service, even their hours, may produce encouragement for industry far beyond what could be done by metals only. And this may be done, when the progress of industry demands a circulation beyond the power of metals only*”.²

Adam Smith (1776), no Capítulo II do Livro II, no qual notas bancárias e bancos são discutidos, mostra como a emissão de notas contribui para a ampliação da riqueza material: “*When money is substituted in the room of gold and silver, the quantity of the materials, tools, and maintenance, which the whole circulating capital can supply, may be increased by the whole value of gold and silver which used to be employed in purchasing them*” (p. 393). Em seguida o exemplo da Escócia é apresentado, exemplo a partir do qual são apontados os benefícios da circulação “*almost entirely carried by means of the paper of those different banking companies*” (p. 393). Adam Smith chega a esboçar uma discussão cautelosa sobre os efeitos da atividade bancária: “*That the trade and industry of Scotland, however, have increased very considerably during this period, and that the banks have contributed a great deal to this increase, cannot be doubted*” (p. 394).

Para um balanço geral do período, Cameron (1967, p. 58), historiador das finanças, avalia a atividade bancária na Inglaterra entre 1750 e 1844 e conclui que “*the available evidence indicates a positive and significant contribution thereto by the banking system*” para a primeira revolução industrial.

A obra de Marx é elaborada em um contexto histórico da maturidade do desenvolvimento capitalista e de uma dinâmica imposta pelas realizações da Revolução Industrial. Desde essa posição histórica, Marx mostra como massas monetárias independentes, bancos, crédito, dívida pública e capital fictício estão presentes na origem do modo de produção capitalista e constituem precondições e pressupostos para o seu desenvolvimento (Marx, 1894).

Além de uma teoria sobre o dinheiro, capaz de incorporar o papel-moeda, a evolução dos bancos e do sistema de crédito, duas inovações monetário-financeiras importantes são tratadas por Marx: as sociedades por ações e as bolsas de valores.

No primeiro volume Marx, ao tratar dos processos de centralização e concentração de capital (o processo de desenvolvimento da grande empresa, no linguajar mais tradicional da economia industrial), processos decisivos na dinâmica de acumulação de capital, explicita o papel das sociedades por ação como viabilizadoras dos investimentos necessários. No terceiro volume, a divisão funcional entre diferentes capitais é apresentada, e a contraposição entre o capitalista monetário e o capitalista produtivo é desenvolvida (em antecipação ao esquema do segundo capítulo da *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, de Schumpeter). No Capítulo 27, ao discutir o papel do crédito na sociedade capitalista, Marx trata das bolsas de valores. Engels, no “Suplemento ao terceiro volume de *O Capital*”, contextualiza tal elaboração, pois “em 1865, a bolsa era ainda um elemento secundário no sistema capitalista”, situação que após transformações desde então torna a bolsa “a representante mais eminente da própria produção capitalista” (*O Capital*, vol III, p. 333).

¹ Em uma obra composta por cinco livros, Steuart dedica o Livro III ao “Dinheiro e Moeda” e o Livro IV ao “Crédito e Dívidas”.

² É interessante notar como Sylla (1982) descreve o caso dos Estados Unidos, enfatizando, desde o início, como a inovação monetária ao longo da história do país é importante para superar a oferta “relativamente inelástica” de ouro e prata. Para Sylla, o caso dos Estados Unidos demonstra como a elevada demanda por dinheiro, conseqüente do enorme crescimento econômico no longo prazo, frente a oferta relativamente inelástica de metais preciosos tem como resposta a inovação monetária. Discutindo o período posterior à independência, Sylla (1982, p. 26) comenta que “*the main effect of the banking innovation was to supply at relatively modest expense an unprecedented demand for money that was far beyond the capacity of existing stocks of gold and silver to meet*”.

Quanto às relações entre a dimensão monetário-financeira e a industrial-inovativa, a existência de um método sugerido por Marx para lidar com elas pode ser discutida por duas referências básicas. A primeira, nos *Grundrisse*, sugere uma formulação de causalidade dinâmica, na medida em que mudanças em uma dimensão (industrial) podem ser causa e também efeito de mudanças na outra dimensão (monetário-financeira): nessa passagem Marx discute bancos, crédito e o processo de concentração de capital (pp. 122-123). A segunda, no terceiro volume de *O Capital*, sugere a existência de efeitos recíprocos entre as duas dimensões, na medida em que desenvolvimento em uma leva ao desenvolvimento em outra, e vice-versa (p. 612).³

Hilferding (1910) contribui para essa elaboração através de seu estudo sobre a “mobilização de capital”. As bolsas de valores são decisivas para a emergência das modernas sociedades anônimas. Essa justaposição do desenvolvimento de um novo arranjo financeiro (as bolsas de valores) e uma nova forma de organização das empresas industriais (sociedades anônimas) é uma demonstração de como as duas dimensões passam por um processo de co-evolução. Hilferding expõe a consolidação das bolsas de valores e a institucionalização da remuneração das ações de empresas industriais e, como consequência, apresenta um novo conceito (dividendo), necessário para compreender as características do capitalismo contemporâneo.⁴

Esse ponto, a articulação entre bolsas de valores e sociedades anônimas, é objeto de comentários tanto de autores pós-keynesianos como neo-schumpeterianos. Minsky (1986, p. 317), por exemplo, ressalta que um mercado de títulos e de ações é um “complemento necessário” para a sociedade anônima como forma de organizar negócios. Rosenberg e Birdzell (1986, p. 220) comentam como as sociedades anônimas eram raras antes de 1890 nos Estados Unidos e se tornaram extremamente difundidas após 1914. Para eles, “*the shift required changes not only in corporations but also in the trading conducted on stock exchanges. These changes were of fundamental importance to twentieth-century capitalism*”.⁵

Schumpeter contribui para a compreensão da articulação entre o sistema financeiro e a inovação na discussão do capítulo II do seu livro *Teoria do Desenvolvimento Econômico*. Para Schumpeter (1911), o empresário para viabilizar a sua inovação deve conseguir recursos (crédito) junto a um banqueiro. Dessa forma, Schumpeter indica uma relação inteiramente essencial no capitalismo, entre finanças e inovação. Nesse mesmo livro, ele define o “mercado monetário” como o “quartel-general” do sistema capitalista (p. 86).

Entre as elaborações mais recentes, dois conjuntos se destacam.

Em primeiro lugar, há o trabalho de Levine (1997), que sumariza um conjunto de argumentos derivados de formulações clássicas na economia para discutir o sentido da causalidade entre finanças e desenvolvimento econômico em um sentido mais geral. Por exemplo, Levine (1997, p. 692) cita John Hicks, que argumenta que “*the capital market improvements that mitigated liquidity risk were primary causes of the industrial revolution in England*”. Levine (1997) também discute dados para avaliação de estruturas financeiras nacionais e avalia a direção da causalidade entre finanças e crescimento.

Para Levine (1997, p.690-702) o desenvolvimento do sistema financeiro e os efeitos de seus instrumentos diminuem os custos e as assimetrias de informações incitando a acumulação de capital e a alocação mais eficiente dos recursos. O sistema financeiro gera maior liquidez e dilui os riscos dos investimentos, portanto, atividades custosas e arriscadas, como as de pesquisa e inovação, tornam-se mais viáveis. Nesse sentido o sistema financeiro incita o progresso científico-tecnológico que juntamente com a acumulação de capital permitem maior crescimento econômico.

Em estudo posterior, Levine e Zervos (1998) analisam as relações empíricas entre as várias medidas de desenvolvimento do mercado acionário e do sistema bancário e o crescimento econômico. Seus resultados sugerem que as medidas de liquidez de mercado e as medidas de desenvolvimento do sistema bancário são correlacionadas com as taxas, de curto e longo prazo, de crescimento econômico, de acumulação de capital e de aumento de produtividade.

³ Um maior desenvolvimento sobre um método em Marx para a avaliação das relações entre finanças e inovação é apresentado em trabalho anterior de um dos autores deste artigo (Albuquerque, 2008).

⁴ Para uma discussão das contribuições de Hilferding, ver Paula et al (2001) e Herskovic (2007).

⁵ A leitura combinada de Chandler (1977) e Geisst (1997) contribui para compreender as articulações entre o desenvolvimento da moderna sociedade anônima nos Estados Unidos e a bolsa de valores de Nova York.

Em segundo lugar, ainda mais recentemente, há o reconhecimento pela abordagem evolucionista de uma importante lacuna no limitado e pouco sistemático tratamento dedicado ao tema do relacionamento entre finanças e inovação (O'Sullivan, 2004). As contribuições recentes mais importantes são as seguintes: Chesnais (2004), Perez (2002) e O'Sullivan (2004).⁶

Em suma: essa resenha de elaborações disponíveis na teoria econômica sobre as relações entre finanças e inovação contribui para sugerir um padrão de relacionamento e causalidade bi-direcional e mutuamente reforçante. Neste ponto do processo de investigação, essa formulação ainda é bastante geral, mas é suficiente para que o trabalho possa prosseguir. A hipótese de relações de *feedbacks* positivos entre a dimensão monetário-financeira e a dimensão industrial-inovativa pode orientar a escolha de dados e os primeiros testes empíricos nessa investigação.

II- ESTATÍSTICAS SOBRE FINANÇAS E INOVAÇÃO

Nesta seção, as variáveis que serão utilizadas ao longo do artigo serão apresentadas. Para representar a dimensão monetário-financeira, duas instituições podem ser selecionadas, em função da importância indicada nas notas da seção anterior: bancos e bolsas de valores. São duas instituições centrais para o capitalismo contemporâneo tanto em sua origem histórica quanto na mecânica dos sistema capitalista.

A importância dos bancos e das bolsas de valores nas economias nacionais pode ser quantificada através das seguintes variáveis: 1) crédito bancário *per capita* (todo o crédito doméstico concedido na economia - salvo para os Bancos Centrais - oriundo do setor bancário); e 2) capitalização, *per capita*, de mercado das empresas listadas na bolsa de valores (o preço das ações multiplicado pelo número de ações, i.e. a soma dos preços de todas as companhias listadas na bolsa de valores). Essas variáveis foram fornecidas pelo Banco Mundial, os dados relativos à capitalização de mercado o Banco Mundial obteve através do *Standard & Poor's Global Stock Markets Factbook 2004*, e os dados sobre crédito bancário através do Fundo Monetário Internacional (FMI).

Para representar a dimensão industrial-inovativa, segue-se a metodologia adotada em Ribeiro et al (2006a, 2006b).⁷ A variável que representa o desenvolvimento científico é o número de artigos publicados em revistas internacionais por milhão de habitantes, dados do *Institute of Scientific Information (ISI)*, entre 1999 e 2003 e, para representar o progresso tecnológico, usa-se o número de patentes concedidas pelo *United States Patent and Trade Office (USPTO)* por milhão de habitantes entre 1999 e 2003, ambas variáveis constituem a mesma base de dados de Ribeiro *et al.* (2006a, 2006b). Além dessas duas dimensões, para medir a riqueza das nações, usa-se o produto interno bruto *per capita* dos países fornecido pelo Banco Mundial. Todos os dados estão em dólares de 2000 e a amostra toda contém 212 países. Como o banco de dados é painel para os anos entre 1999 e 2003, apresenta-se na seqüência a média das variáveis para o período em questão.

Desse total de 212 países, 32 não têm artigos publicados, 78 não têm patentes concedidas pelo USPTO, 40 não têm dados do produto interno bruto *per capita* (PIB), 53 não têm dados de crédito provido pelo setor bancário e 137 não têm dados de capitalização de mercado (ou não tem bolsa de valores).

Desses 212 países, 4 não estão nas estatísticas do Banco Mundial, pois 3 têm menos de um milhão de habitantes (o Banco Mundial mostra as estatísticas para países com mais de um milhão de habitantes) e Taiwan não está incluída nas estatísticas das organizações internacionais. No entanto, Taiwan tem bolsa de valores e um sistema bancário desenvolvido.

Dos 78 países que não têm patentes concedidas pelo USPTO entre 1999 e 2003, 76 países (97%) não têm dados de capitalização de mercado ou simplesmente não têm bolsa de valores. Essa "coincidência" sugere uma forte relação entre a concessão de patentes e a presença da bolsa de valores.

⁶ Entre as contribuições anteriores mais importantes dessa abordagem, destacam-se Christensen (1992) e Goodcare & Tonks (1995).

⁷ Para uma cuidadosa revisão da literatura sobre os indicadores apropriados para representar a dimensão industrial-inovativa, ver Moed et al (2004).

Pelo lado da capitalização de mercado, dos 137 países que não têm dados disponíveis (ou não têm bolsa de valores), 76 países (55%) não têm patentes concedidas pelo USPTO.

Os países que não têm dados de crédito bancário também não têm dados de capitalização de mercado, exceto para dois países da amostra (Grécia e Islândia). Todavia, o contrário não necessariamente é válido, pois há vários países que têm crédito bancário disponível na ausência da capitalização de mercado. Portanto, as evidências sugerem que a presença de crédito bancário precede a da capitalização de mercado.

Tabela 1: Estatísticas descritivas

Variável	Toda a amostra					Com as cinco variáveis em comum				
	Obs.	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Obs.	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
PIB <i>per capita</i> (US\$ de 2000)	172	5.632,8	9.084,7	88,0	44.642,2	70	10.847,1	11.680,8	261,3	44.642,2
Patentes por milhão de habitantes	190	13,6	41,5	0,0	302,6	70	34,0	62,8	0,0	302,6
Artigos por milhão de habitantes	190	173,8	343,7	0,0	1.837,9	70	390,5	470,3	2,1	1.837,9
Capitalização de Mercado <i>per capita</i> (US\$ de 2000)	75	10.307,0	18.076,7	9,3	89.109,4	70	10.617,7	18.571,4	9,3	89.109,4
Crédito Bancário <i>per capita</i> (US\$ de 2000)	158	6.390,0	14.756,1	-1.597,7	106.414,6	70	13.199,5	20.089,5	62,8	106.414,6
Capitalização de Mercado (% do PIB)	75	57,9	61,4	2,5	362,5	70	59,3	62,8	2,5	362,5
Crédito Bancário (% do PIB)	159	57,2	52,1	-50,5	285,5	70	85,0	55,8	14,3	285,5

Fonte: Elaboração própria. Dados do Banco Mundial, USPTO e ISI. Nota: "Artigos por milhão de habitantes" é a média do número de artigos publicados por milhão de habitantes entre 1999 e 2003 segundo o ISI; "Patentes por milhão de habitantes" é a média do número de patentes concedidas pelo USPTO por milhão de habitantes entre 1999 e 2003; "Capitalização de mercado *per capita*" é a média para o período entre 1999 e 2003; "Crédito bancário *per capita*" é a média do crédito concedido pelo setor bancário entre 1999 e 2003; e "PIB *per capita*" é a média do PIB entre 1999 e 2003.

Apenas 70 países apresentam todas as cinco informações (PIB, artigos, patentes, crédito bancário e capitalização de mercado) simultaneamente. A tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas para a amostra restrita a esses 70 países e para a mostra completa. O PIB *per capita* médio é de US\$5.632,8 com um desvio padrão de 9.084,7 usando toda a informação disponível, a média das patentes é de 13,6 patentes por milhão de habitantes, a média de artigos por milhão de habitantes é de 173,8. Para as informações do sistema financeiro, a média do crédito concedido pelo setor bancário é US\$6390 *per capita* (ou 57,2% do PIB) e a média da capitalização de mercado é US\$10.307 *per capita* (ou 57,9% do PIB). O valor da capitalização de mercado *per capita* é maior, pois os países que apresentam essa informação têm maiores níveis de renda. Na tabela 1, 159 países têm informação sobre crédito bancário como percentual do PIB e apenas 158 como dólares *per capita*, essa diferença ocorre porque para Aas Bahamas tem-se informação crédito bancário, mas não para o PIB.

A tabela 1 também contém as informações para os países que têm as cinco variáveis simultaneamente. Claramente a amostra é viesada, porém a direção do viés é bem definida, a sub-amostra contém países mais ricos, com mais patentes concedidas, mais artigos científicos publicados e um sistema financeiro mais desenvolvido, ou seja, a relação estabelecida entre as variáveis analisadas é para países que possuem pelos menos um pequeno desenvolvimento industrial-inovativo e um pequeno desenvolvimento dos sistema financeiro.

Organizando-os em cinco grupos a partir do PIB como em Bernardes e Albuquerque (2003, p.877), tem-se na tabela 2 as estatísticas descritivas das amostra restrita aos 70 países que apresentam as cinco observações simultaneamente. A tabela 2 explicita que os países com alto nível de renda têm mais publicações científicas, mais patentes, mais crédito e uma bolsa de valores maior.

Tabela 2: Estatísticas descritivas por grupo de renda

	Patentes	Artigos	PIB	Capitalização de Mercado	Crédito bancário	Obs.
PIB < US\$3.000	0,29 (0,54)	45,27 (52,84)	1.342,45 (784,55)	495,48 (922,24)	887,64 (1.010,98)	25
US\$3.000 < PIB < US\$5.000	1,33 (1,36)	160,78 (140,06)	3.982,74 (516,57)	1.296,21 (1.480,03)	2.484,59 (2.016,51)	12
US\$5.000 < PIB < US\$10.000	2,22 (2,69)	234,20 (267,48)	7027,38 (1811,74)	3044,66 (1613,62)	3606,56 (1360,53)	7
US\$10.000 < PIB < US\$19.000	41,81 (53,31)	621,00 (417,12)	14.650,15 (3.592,84)	8.491,70 (2.460,83)	17.137,48 (2.661,03)	7
PIB > US\$19.000	107,95 (75,57)	962,00 (416,99)	27.694,69 (6.989,31)	33.396,82 (23.339,67)	38.250,14 (23.385,18)	19

Fonte: Elaboração própria. Dados do Banco Mundial, USPTO e ISI. Nota: "Artigos" é a média do número de artigos publicados por milhão de habitantes entre 1999 e 2003 segundo o ISI; "Patentes" é a média do número de patentes concedidas pelo USPTO por milhão de habitantes entre 1999 e 2003; "Capitalização de mercado" é a média para o período entre 1999 e 2003; "Crédito bancário" é a média do crédito concedido pelo setor bancário entre 1999 e 2003; e PIB é a média do PIB entre 1999 e 2003. PIB, Crédito bancário e Capitalização de mercado em dólares de 2000.

A diferença entre os grupos de renda é nítida, todas as variáveis aumentam em média sistematicamente a medida que aumenta-se a faixa de renda. Vale ressaltar a forte desigualdade entre os grupos, por exemplo, o primeiro grupo contém 25 países e a média de patentes concedidas por milhão de habitantes é de 0,29 patente enquanto no grupo de maior renda esse valor é 107,95. Na dispersão dos dados, o desvio padrão de todas as variáveis aumenta quanto maior for a faixa de renda.

Para prosseguir com a análise, sabendo-se que os valores das observações quando disponíveis simultaneamente são estritamente positivos, aplica-se uma transformação logarítmica de base dez nos dados, pois assim os valores apresentados ficam mais próximos e qualquer tipo de comparação é facilitada. Como não se pretende observar nenhum tipo de variação percentual, o logaritmo na base dez é adequado por ter uma interpretação direta. Na sequência, tem-se uma breve apresentação da relação entre as variáveis.

III - A CORRELAÇÃO TRI-DIMENSIONAL E OS AGRUPAMENTOS DE PAÍSES

III.1- AS CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS

A tabela 3 mostra a matriz de correlação das variáveis para as observações que têm todas as informações simultaneamente.

Todas as cinco variáveis têm forte correlação positiva. A variável mais correlacionada com as demais é o PIB *per capita* com 0,96 para o crédito bancário, 0,94 para a capitalização de mercado, 0,93 para as patentes e 0,87 para os artigos. Os resultados da tabela 3 sugerem que onde o PIB é alto, a capitalização de mercado, o crédito bancário, o número de patentes e o número de artigos são também elevados. De certa forma, esses resultados indicam que o sistema creditício, o progresso científico-tecnológico e a renda são altamente correlacionados.

Tabela 3: Matriz de correlação

	LOG(PIB)	LOG(Patente)	LOG(Artigo)	LOG(Capitalização de Mercado)	LOG(Crédito Bancário)
LOG(PIB)	1,00				
LOG(Patente)	0,93	1,00			
LOG(Artigo)	0,87	0,89	1,00		
LOG(Capitalização de Mercado)	0,94	0,89	0,80	1,00	
LOG(Crédito Bancário)	0,96	0,89	0,82	0,95	1,00

Fonte: Elaboração própria. Dados do Banco Mundial, USPTO e ISI. Número de observações: 70. Nota: "Artigos" é a média do número de artigos publicados por milhão de habitantes entre 1999 e 2003 segundo o ISI; "Patentes" é a média do número de patentes concedidas pelo USPTO por milhão de habitantes entre 1999 e 2003; "Capitalização de Mercado" é a média para o período entre 1999 e 2003; "Crédito bancário" é a média do crédito concedido pelo setor bancário entre 1999 e 2003; e PIB é a média do PIB entre 1999 e 2003

A correlação entre o logaritmo do número de patentes e o do número de artigos é 0,89 e o gráfico 1 ilustra essa forte correlação positiva. Ribeiro *et al.* (2006b) indicam a existência de grupos de países no gráfico 1, na próxima seção, ter-se-á uma discussão mais detalhada desse agrupamento. Onde o número de artigos é alto, o número de patentes é em geral mais alto, ou seja, o progresso científico é extremamente vinculado ao progresso tecnológico e *vice-versa*. Claro que quanto menor for o número de artigos e patentes, maior é a variância das observações, parte disso se deve à transformação logarítmica que reduz os valores mais elevados em maior proporção que os valores menores, reduzindo a variância dos dados para os valores mais altos, e parte se deve à especificidade da interação entre ciência e tecnologia de cada país.

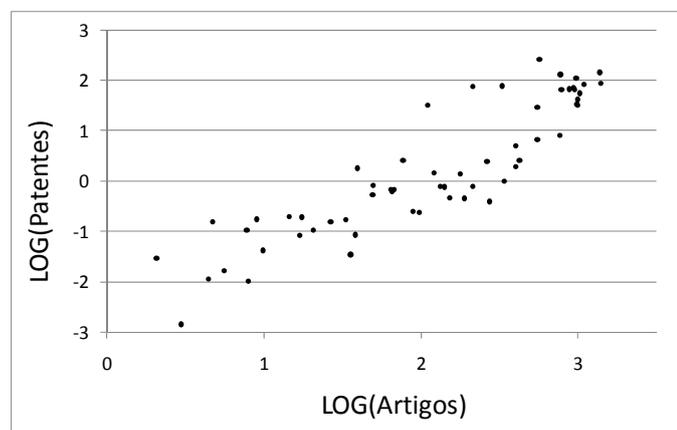


Gráfico 1. O Logaritmo da média do número de patentes concedidas pelo USPTO por milhão de habitantes entre 1999 e 2003 com o logaritmo da média do número Artigos publicados por milhão de habitantes entre 1999 e 2003.

Fonte: Ribeiro *et Al.* (2006b, p.83).

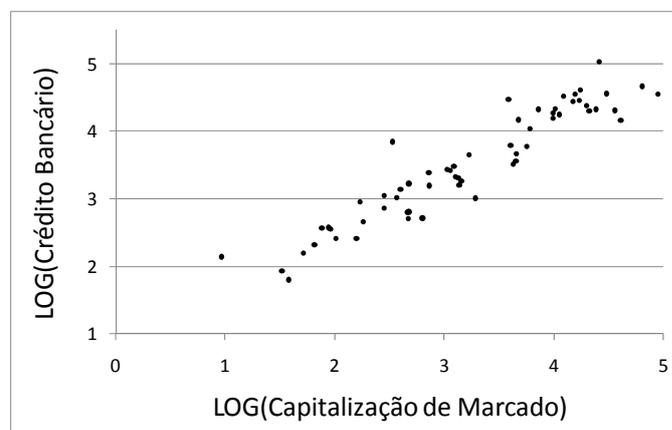


Gráfico 2 Logaritmo da média do crédito bancário per capita com o logaritmo da média da capitalização de mercado *per capita* entre 1999 e 2003.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Banco Mundial.

O gráfico 2, análogo ao gráfico 1, mostra a relação entre o crédito bancário e a capitalização de mercado. A correlação é maior (0,94) e a variância dos dados menor, deixando a relação mais clara: o país com o crédito bancário presente na economia tem, em geral, um sistema da capitalização de mercado desenvolvido e *vice-versa*.

A matriz de correlação apresentada na tabela 3 é pouco informativa para verificar a correlação entre duas variáveis específicas dado as demais variáveis. Com o intuito de identificar uma "correlação controlada", faz-se na seqüência um regressão usando mínimos quadrados ordinários empilhado e e com

efeito – fixo de país do logaritmo do PIB *per capita* em artigos publicados por milhão de habitantes, patentes concedidas por milhão de habitantes, capitalização de mercado *per capita* e crédito bancário *per capita*.

Tabela 4: Regressão do log do PIB *per capita* usando MQO empilhado e efeitos fixos (1999-2003)

	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
Artigos publicados por milhão de habitantes	0,101 *** (0,020)	0,032 ** (0,014)		
Patentes concedidas por milhão de habitantes	0,108 *** (0,018)	0,026 *** (0,008)		
Capitalização da Mercado <i>per capita</i>	0,052 ** (0,023)	0,029 *** (0,009)		
Crédito provido pelo Setor Bancário <i>per capita</i>	0,405 *** (0,033)	0,153 *** (0,018)		
Índice_FIN			0,403 *** (0,022)	0,117 *** (0,016)
Índice_TEC			0,234 *** (0,018)	0,069 *** 0,014
Constante	1,868 *** (0,087)	3,014 *** (0,071)	2,070 *** (0,057)	3,241 *** (0,056)
Efeito-Fixo (país)	Não	Sim	Não	Sim
N. Obs.	365	365	365	365
R-quadrado	0,93	0,93	0,92	0,93

O erro padrão está entre parênteses, * significante a 10%, ** significante a 5%, *** significante a 1%.

Fonte: Elaboração própria. Dados do Banco Mundial, USPTO e ISI.

Os resultados dessas duas regressões estão nas duas primeiras colunas da tabela 4. O primeira coluna mostra a regressão sem efeito-fixo de país e a segunda inclui efeito-fixo de país, em ambas as regressões todos os parâmetros estimados são significativos a pelo menos 5%, o que sugere que mesmo controlado pelas outras variáveis e considerando a especificidade de cada país, cada variável individualmente está associada positivamente com a renda. As regressões apresentadas têm claramente um problema de endogeneidade e os parâmetros estimados provavelmente estão viesados, contudo o objetivo dessas regressões é apresentar uma correlação controlada e não estimar um efeito causal.

Para visualizar a relação entre a dimensão financeira e a dimensão do progresso científico-tecnológico, no banco de dados em análise, é importante colapsar os dados de artigos e patentes e os dados de crédito bancário e capitalização de mercado, criando um “índice” para o desenvolvimento financeiro e outro para o progresso científico-tecnológico. Um índice sintético dessa maneira estará sujeito a problemas, porque ao transformar o desenvolvimento financeiro em um número e o progresso científico-tecnológico em outro, perde-se necessariamente vários aspectos qualitativos à medida que cada país tem um desenvolvimento histórico específico do sistema nacional de inovação e do sistema financeiro. No entanto, a tentativa não é inválida, pois a disponibilidade de um índice para o desenvolvimento financeiro e outro para o progresso científico-tecnológico permite analisar como maior clareza a relação não trivial das duas dimensões.

Para colapsar os dados de artigos e os dados patentes, far-se-á a média aritmética dos logaritmos, ou seja, o logaritmo da média geométrica. A média geométrica é necessária, pois os valores dos dados de artigos são maiores que os de patentes, então se fosse feito o logaritmo da média aritmética, o índice representaria principalmente os artigos científicos, mas com a média geométrica as patentes têm maior peso. Logo, para a ciência e a tecnologia, o índice sugerido, TEC, para o país *i* será:

$$(1) \quad TEC_i = 1/2 (\log_{10} Artigos_i + \log_{10} Patentes_i) = \log_{10}(\sqrt{Artigos_i \cdot Patentes_i})$$

Onde, $Artigos_i$ é a média do número de artigos publicados e $Patentes_i$ a média do número de patentes concedidas pelo USPTO por milhão de habitantes, entre 1999 e 2003, para o país i .

Os valores das variáveis do sistema financeiro são próximos, mas mantendo o mesmo método o índice sugerido para o desenvolvimento financeiro, FIN, do país i será também o logaritmo da média geométrica:

$$(2) \quad FIN_i = 1/2 (\log_{10} CB_i + \log_{10} CM_i) = \log_{10}(\sqrt{CB_i \cdot CM_i})$$

Onde, CB_i e CM_i são, respectivamente, a média do crédito bancário *per capita* e da capitalização de mercado *per capita* do país i entre 1999 e 2003.

O gráfico 3 mostra o índice TEC no eixo x , o índice FIN no eixo y e cada ponto representa um país. O gráfico 3 apresenta aproximadamente o mesmo padrão dos dois gráficos anteriores, uma forte correlação positiva e uma redução da variância para valores mais altos. As observações feitas à variância nos gráficos 1 e 2 se aplicam ao gráfico 3, pois na construção dos índices usa-se a transformação logarítmica e a especificidade de cada país permanece. Os resultados, mais uma vez, indicam que a ciência, a tecnologia e o crédito estão juntos, um país que tem o sistema financeiro desenvolvido tem o sistema inovação desenvolvido e *vice-versa*.

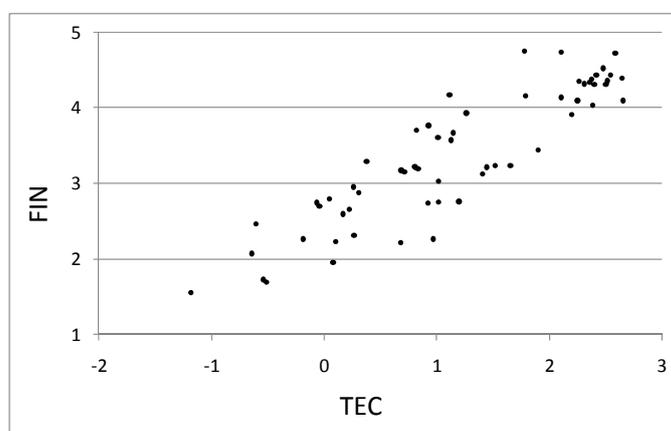


Gráfico 3 A variável TEC com a variável FIN.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do USPTO, ISI e do Banco Mundial.

É possível visualizar no gráfico 3 grupos de países (aglomerados de pontos) com o desenvolvimento financeiro, científico e tecnológico próximos. No canto superior direito, claramente há um pequeno grupo, no centro do gráfico há também outro grupo de país. A análise e verificação desses agrupamentos será feita na a próxima seção.

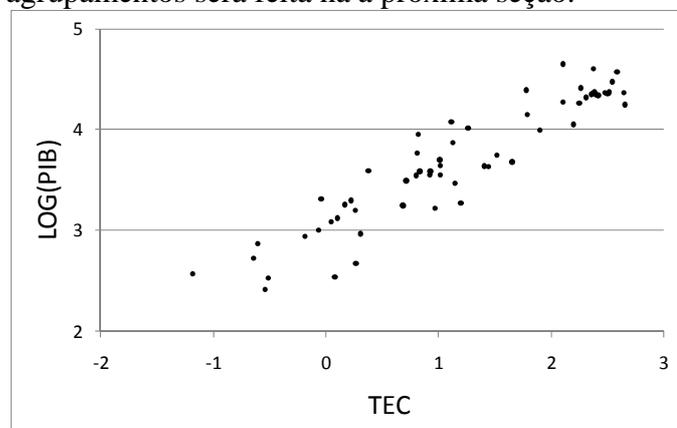


Gráfico 4 Logaritmo da média do PIB *per capita* entre 1999 e 2003 com a variável TEC.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do USPTO, ISI e do Banco Mundial.

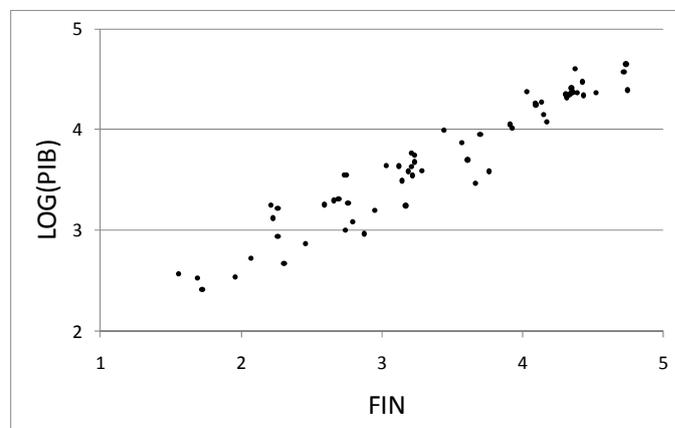


Gráfico 5 Logaritmo da média do PIB *per capita* entre 1999 e 2003 com a variável FIN.

Fonte: Elaboração própria a partir dos do Banco Mundial.

Analogamente, os Gráficos 4 e 5 mostram os índices criados em relação ao logaritmo do PIB. Têm-se resultados parecidos com forte correlação positiva e variância decrescente. Ou seja, uma renda elevada está associada ao desenvolvimento do sistema financeiro e ao progresso científico-tecnológico. Novamente, com o intuito de identificar uma correlação controlada entre o PIB e os índices TEC e FIN, faz-se uma regressão o logaritmo do PIB *per capita* nos índices TEC e FIN usando MQO empilhado e efeitos – fixos, os resultados dessa duas regressões estão nas colunas três e quatro da tabela 4. Todos os parâmetros estimados são significativos a 1%, o que sugere um forte associação positiva entre renda e os dois índices, mesmo considerando a relação entre os índices e o especificidades dos países.

É possível visualizar as três variáveis (TEC, FIN e PIB) simultaneamente no espaço tridimensional, o gráfico mostra a variável TEC no eixo *x*, a variável FIN no *y* e logaritmo do PIB *per capita* no eixo *z*. A variância decrescente e a forte correlação positiva também é evidente. Assim como no gráfico 3, observa-se o agrupamento de países. Esses agrupamentos serão tratados na sequência.

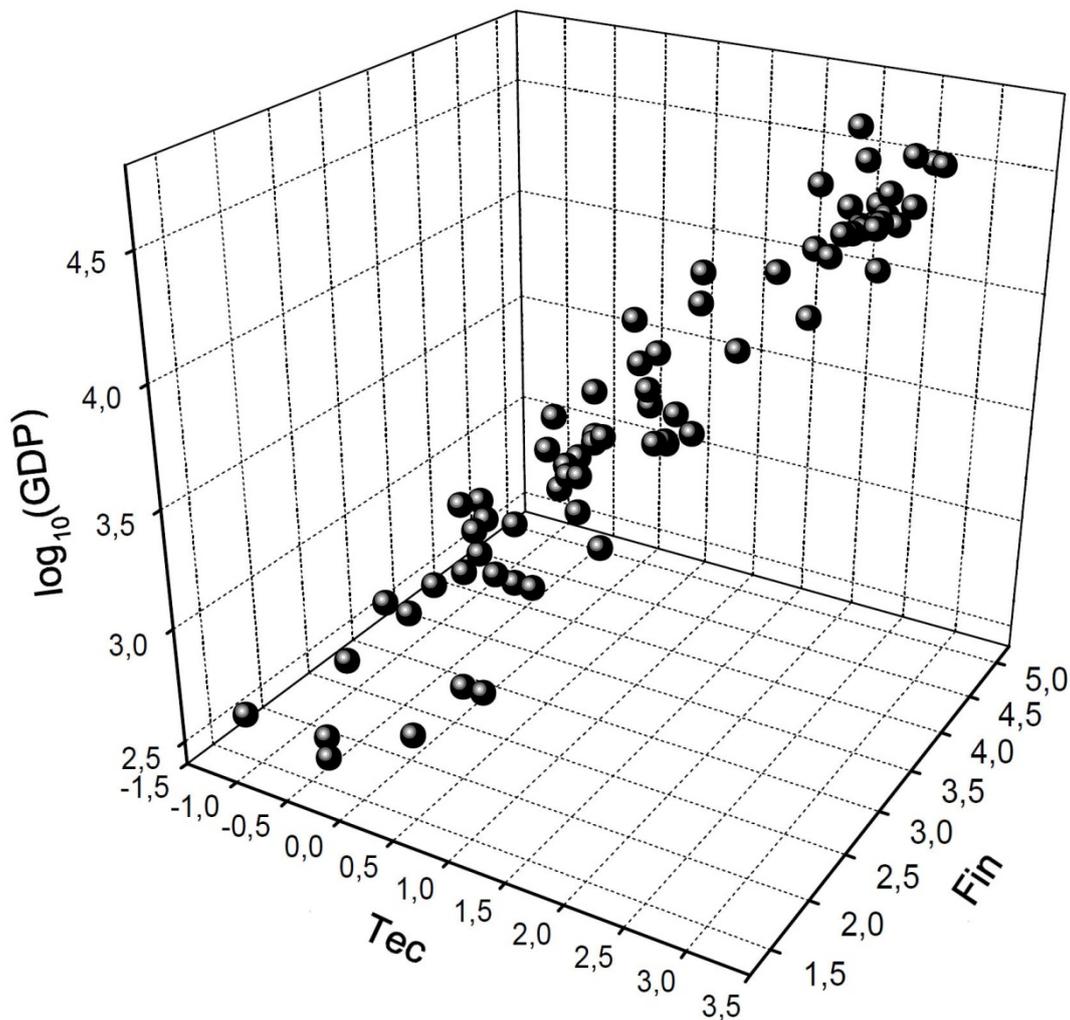


Gráfico 6 Logaritmo do PIB *per capita* com a variável TEC e com a variável FIN.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do USPTO, ISI e do Banco Mundial.

III.2- OS TRÊS REGIMES NA ARTICULAÇÃO ENTRE FINAÇAS E INOVAÇÃO

À luz de Ribeiro *et al* (2006b) e Ribeiro (2007), usa-se a técnica super-paramagnética para detectar grupos de países no GRAF. 3. Antes de se discutir a apresentar os resultados do agrupamento, tem-se uma breve descrição e explicação da técnica super para-magnética, além de uma breve justificativa para o seu uso.

A técnica de agrupamento super-paramagnético surgiu como uma evolução do modelo físico que explica o comportamento magnético de uma série de cristais. O primeiro modelo para as propriedades magnéticas dos materiais cristalinos foi o modelo de Ising. Nele, os átomos dos cristais são representados por sítios de uma rede regular, devido à constância e periodicidade das redes cristalinas em geral. Inicialmente, modelou se a partir de uma rede quadrada, e depois evoluiu se para redes triangulares, hexagonais, etc. No modelo de Ising, a grandeza magnética dos átomos é representada por uma variável que pode apresentar apenas dois valores discretos: +1 ou -1, e é atribuída a cada um dos sítios da rede. E ainda, existe uma interação magnética entre dois sítios vizinhos da rede, interação essa que tende a manter dois sítios vizinhos no mesmo estado (ambos negativos, ou ambos positivos) e evitar que sítios vizinhos apresentem estados com sinais opostos. O modelo considera também os efeitos da temperatura sobre o sistema, de modo que energia fornecida pela agitação térmica dos átomos pode fazer com que os átomos, com certa probabilidade, alterem seu estado de +1 para -1, ou vice-versa. Essa alteração de estados devido à agitação térmica faz com que o modelo não caia na solução trivial de todos os sítios com o mesmo estado para altas temperaturas.

Uma generalização do modelo de Ising, conhecida como modelo de Potts, é permitir que o estado que cada sítio pode apresentar não seja apenas dois (+1 ou -1) mas sim que possa apresentar um certo número inteiro de estados, por exemplo, 5 estados. Chamaremos de q o número de diferentes estados que o sítio pode apresentar. Nesse modelo a forma explícita da interação se altera um pouco, mas mantém a propriedade de manter dois sítios vizinhos no mesmo estado e evitar que sítios vizinhos apresentem estados distintos.

Outra generalização que pode ser feita consiste em permitir que os sítios sejam distribuídos continuamente no espaço, ao invés de fixá-los numa rede regular. Neste caso, temos que definir como encontrar os vizinhos de cada sítio, operação que é simples numa rede regular. O conceito utilizado aqui é o de vizinhança mútua. O sítio i é vizinho do j se j está entre os K sítios mais próximos de i ; e, também, i está entre os K sítios mais próximos de j . Assim, o número máximo de vizinhos que um sítio tem é K . Temos também que generalizar a definição da interação J entre os sítios, que deve ser uma função da distância entre os sítios. O comportamento exigido para essa função é que, para distâncias menores que a distância média a entre todos sítios, haja uma forte interação e, para distâncias maiores que esta, a interação seja fraca. A função utilizada aqui, que atende a esses requisitos, é:

$$J_{ij} = \frac{1}{k} \exp\left(-\frac{d_{ij}^2}{2a^2}\right)$$

onde d_{ij} é a distância entre os sítios e k o número médio de vizinhos. Essa forma de interação faz com que numa distribuição não-homogênea em que há algumas regiões de alta densidade de pontos e outras regiões de baixa densidade, haja uma forte interação dentro das regiões de alta densidade e interação fraca dentro das de baixa densidade.

Dada uma distribuição de sítios, para temperaturas baixas o sistema apresenta magnetização unitária, estando todos os sítios no mesmo estado. Para temperaturas altas, a magnetização é nula, os estados estão igualmente distribuídos entre os sítios. No entanto, surge uma nova fase entre estas duas, chamada super-paramagnética, em que os spins de sítios pertencentes a um mesmo aglomerado estão fortemente correlacionados, enquanto spins de sítios de aglomerados diferentes estão fracamente correlacionados. É nessa fase intermediária que é possível identificar os grupos⁸.

⁸ Naturalmente, a apresentação formal da técnica super para-magnética foge ao escopo do presente trabalho, porém cabe aqui uma intuição de como os grupos foram identificados. Para uma formalização ver Ribeiro (2007), Blatt *et. al.* (1996, 1997, 1998).

Com essa série de generalizações chegamos ao modelo de agrupamento super-paramagnético que será utilizado para analisar a existência de grupos de pontos nos dados de desenvolvimento tecnológico e capitalização de mercados dos países. O uso da técnica se justifica a medida que não há hipóteses sobre a distribuição de probabilidade das variáveis e não há hipóteses sobre o número de grupos, sendo que dependendo da distribuição dos pontos pode não existir grupos ou mesmo alguns pontos (i.e. sítios) podem não pertencer a nenhum grupo (para mais detalhes da técnica ver Ribeiro, 2007).

Para o caso específico deste artigo, a técnica super-paramagnética identifica três grupos distintos de países e sete países sem grupo, os resultados do agrupamento podem ser visualizados no gráfico 7 e na tabela 5. O grupo três contém principalmente os países europeus além de Israel, Estados Unidos, Austrália, Canadá, Coreia do Sul, Japão, Nova Zelândia e Cingapura. O grupo dois é mais heterogêneo e inclui poucos países europeus como Polônia, Portugal, Rep. Tcheca e Hungria, alguns países da América Latina como Brasil, Argentina, Chile e México, da África inclui a África do Sul. O grupo dois também inclui alguns países da Ásia como Hong Kong e Malásia e alguns do Oriente Médio como Líbano e Arábia Saudita, além de países como Rússia e Turquia. O grupo um é também bastante heterogêneo contendo países como Colômbia, Equador, Peru, China, Índia, Filipinas, Sri Lanka e outros. A lista completa dos países de cada grupo está na tabela 5.

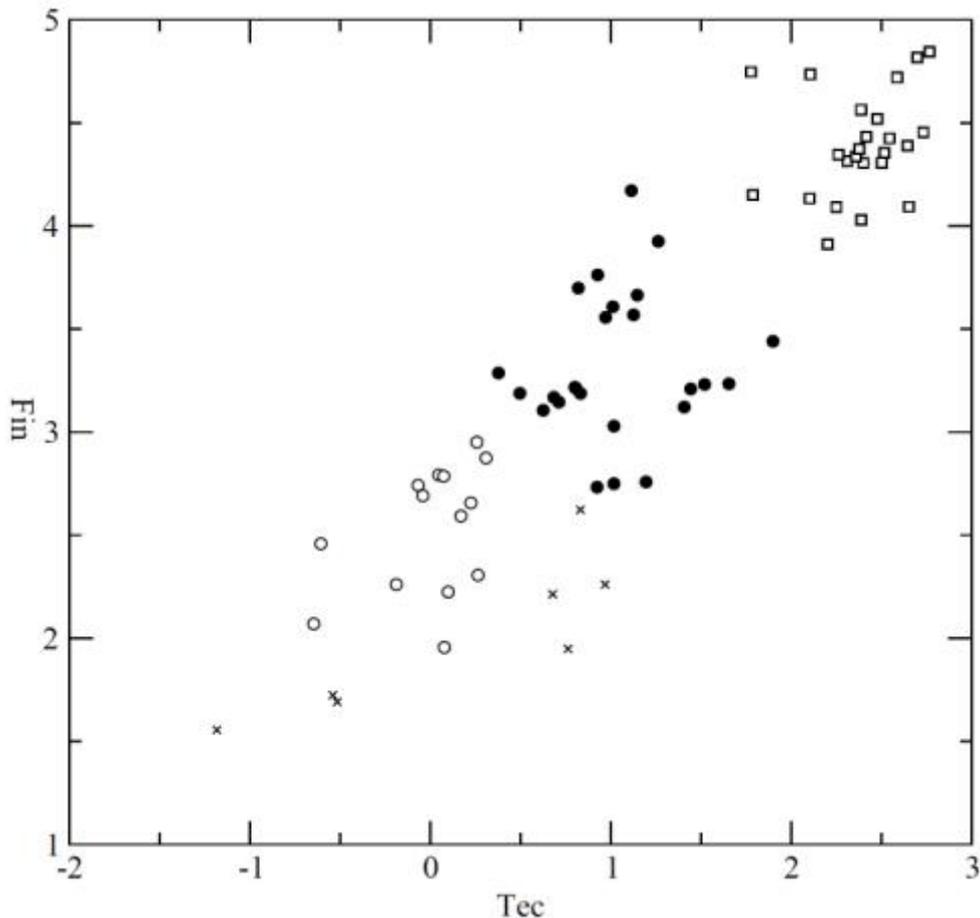


Gráfico 7 Agrupamento dos países como a técnica super-paramagnética.

Fonte: Elaborado a partir de Ribeiro (2007). O grupo 3 são os pontos quadrados, o grupo 2 os círculos pretos, o grupo 1 os círculos vazios e os países sem grupos os x.

Tabela 5

Sem grupo	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Bangladesh	China	África do Sul	Alemanha
Bulgária	Colômbia	Arábia Saudita	Austrália
Gana	Egito	Argentina	Áustria
Nigéria	Equador	Brasil	Bélgica
Romênia	Filipinas	Chile	Canadá
Ucrânia	Índia	Chipre	Cingapura
Venezuela	Indonésia	Croácia	Coréia do Sul
	Marrocos	Eslovênia	Dinamarca
	Namíbia	Espanha	Estado Unidos
	Paquistão	Estônia	Finlândia
	Peru	Hong Kong, China	França
	Quênia	Hungria	Holanda
	Sirilanka	Ilhas Maurício	Irlanda
	Tunísia	Jamaica	Israel
		Jordânia	Itália
		Letônia	Japão
		Líbano	Luxemburgo
		Lituânia	Noruega
		Malásia	Nova Zelândia
		México	Reino Unido
		Polônia	Suécia
		Portugal	Suíça
		Republica Tcheca	
		Rússia	
		Tailândia	
		Trinidad e Tobago	
		Turquia	

Fonte: Elaboração própria.

Ribeiro *et al* (2006b) fizeram o mesmo procedimento para os dados de artigos científicos e de patentes (gráfico 1), dados que formaram o índice TEC. Os autores identificaram também três grupos diferentes através da técnica super-paramagnética e, para os países analisados, os resultados foram idênticos: Índia no grupo um, mas na fronteira com o grupo dois; México, Brasil e Rep. da África do Sul no grupo dois; e Coréia do Sul no grupo três.

Deve-se ter certa cautela para os países que se encontram na fronteira de um grupo para o outro, porque dependendo da técnica de agrupamento usada eles podem mudar de grupo, por exemplo, a China e Índia estão no grupo um, mas na fronteira com o grupo dois e o Portugal e a Hungria estão no grupo dois, mas na fronteira com o grupo um. Por outro lado, o país estar situado na fronteira de seu grupo indica que, apesar de estar mais próximo dos países do seu grupo, não apresenta rigorosamente o mesmo padrão de desenvolvimento do grupo que pertence. Cada país tem um processo de desenvolvimento socioeconômico específico, o agrupamento realizado é uma referência para indicar que os países podem ser agrupados a partir do seu nível desenvolvimento científico, tecnológico e financeiro, ou seja, apesar da heterogeneidade dos diferentes padrões de desenvolvimento dos países, é possível distinguir três grandes grupos diferentes com o desenvolvimento científico, tecnológico e financeiro relativamente próximo.

Além disso, o resultado do agrupamento não é estático, é apenas uma figura para o ano de 2003, os países podem se deslocar de um grupo para o outro, por exemplo, Ribeiro *et al.* (2006b, p.85-86)

mostram que na dimensão científico-tecnológica (i.e. considerando artigos e patentes como no gráfico 1) a Coréia do Sul fez um *catch-up*: em 1974 estava no grupo um e em 1998 estava no grupo três.

IV - CONCLUSÃO

Este artigo investigou as relações entre a dimensão monetário-financeira, a dimensão industrial-inovativa e o nível de renda. Na sumária resenha das elaborações de clássicos da economia sobre o tema foi sugerida a existência de um padrão de relacionamento e causalidade bi-direcional e mutuamente reforçante entre finanças e inovação. Essa é a hipótese básica deste artigo.

Como as atividades de inovação são, em geral, custosas, arriscadas e lucrativas, elas dependem – direta e/ou indiretamente - do apoio do sistema financeiro. Aperfeiçoamentos na dimensão monetário-financeira incitam a expansão da produção industrial e o desenvolvimento das atividades de inovação. O inverso também ocorre – a expansão da indústria e, portanto, das atividades de inovação, geram a expansão do e pressões sobre a dimensão monetário-financeira. Há efeitos recíprocos entre as duas dimensões.

Este artigo apresentou um exercício empírico comparando dados de patentes, artigos publicados, crédito bancário, capitalização de mercado e PIB para o período entre 1999 e 2003. A correlação entre as cinco variáveis é forte e positiva mesmo controlando pela especificidade de cada país (efeito-fixo de país) e, para melhor visualização, procurou-se colapsar dos dados de patentes e artigos e de crédito bancário e capitalização de mercado em dois índices distintos, TEC e FIN, representando a dimensão científico-tecnológica e a financeira, respectivamente. A visualização tridimensional entre o nível de renda e os dois índices (gráfico 6) indicou forte correlação entre ciência e tecnologia, sistema financeiro e a riqueza dos países.

No gráfico de dispersão TEC por FIN (gráfico 3) é possível visualizar aglomerados de pontos, grupo de países, isto é, países com valores dos índices TEC e FIN próximos indicando um nível parecido de desenvolvimento financeiro, científico e tecnológico. Assim como Ribeiro *et al.* (2006b), usou-se a técnica super-paramagnética para identificar os grupos e foram encontrados três agrupamentos diferentes (gráfico 7). A divisão dos grupos está na tabela 5, percebe-se claramente que os países mais ricos e mais desenvolvidos (grande parte da Europa, o Japão, os Estados Unidos, a Coréia do Sul, a Austrália entre outros) estão no grupo três, o grupo dois inclui os Estados emergentes, em desenvolvimentos e outros que possuem algum desenvolvimento industrial, mas que não são plenamente desenvolvidos, e o grupo um é bastante heterogêneo incluindo países do mais variados tipos.

A existência de grupos e a correspondência de uma maneira geral com o seu nível de renda, corroboram com as evidências que países mais ricos possuem as dimensões monetário-financeiro e a industrial-inovativa mais desenvolvidas. Os diferentes padrões de desenvolvimento não são homogeneamente distribuídos, é possível visualizar um grupo mais a frente, outro intermediário e um menos desenvolvido nas três dimensões: financeira, científico-tecnológica e da renda.

Os grupos identificados representam uma fotografia do período entre 1999 e 2003. A formação dos grupos não deve ser considerada estática, pois os pontos do gráfico 3, e também do gráfico 6, estão em constante movimento. Portanto, deve-se considerar o movimento simultâneo de todos os países.

A discussão teórica e as evidências empíricas desse estudo sugerem o sistema financeiro como parte do sistema nacional de inovação – ter desenvolvimento científico e tecnológico implica em ter um sistema financeiro desenvolvido e *vice-versa*. O desenvolvimento do sistema financeiro auxilia e, muitas vezes viabiliza, as atividades de inovação fazendo parte do arranjo institucional que compõe o sistema nacional de inovação além das instituições de ciência e tecnologia propriamente ditas como, por exemplo, as universidades e as instituições de pesquisa.

Vale destacar que as evidências empíricas corroboram de certa forma a hipótese formulada na seção I deste artigo sobre os efeitos recíprocos entre finanças e inovação, na medida em que riqueza, ciência e tecnologia e as variáveis monetário-financeiras são fortemente correlacionadas (gráfico 6). Mas a forte correlação evidenciada não indica a causalidade nessas relações, tema para pesquisas futuras.

Coube ao exercício empírico desse estudo identificar diferentes grupos. A sua existência sugere um desenvolvimento desigual e não uniforme no âmbito financeiro, científico e tecnológico.

Naturalmente, a agenda para pesquisa futura inclui discutir o porquê da existência dos grupos, como que eles se formaram e como a transição de um para o outro ocorre, como o caso da Coreia do Sul e Taiwan, analisados por Ribeiro *et al.* (2006b).

Outra pauta para a agenda de pesquisa é o aprimoramento dos índices. Provavelmente há maneiras melhores de se construir os índices, por exemplo, a transformação logarítmica altera a variância das variáveis. Mas a variância decrescente, visível no gráfico 6 à medida que os pontos formam uma espécie de cone, corrobora com a idéia de que os países mais desenvolvidos estão realmente mais próximos entre si e que o grupo dos menos desenvolvidos é mais heterogêneo, pois a especificidade de cada país é notória.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, E. M. (2008) Causa e efeito: contribuições de Marx para investigações sobre finanças e inovação. Belo Horizonte: Cedeplar-UFMG (TD 326).
- ARESTIS, P.; DEMETRIADES, P. (1998) Finance and growth: is Schumpeter right? *Análise Econômica*, v. 16, n. 30, pp. 5-21.
- ARRIGHI, G. (1994) *O longo século XX: dinheiro, poder e as origens do nosso tempo*. Rio de Janeiro/São Paulo: Contraponto/Unesp (1996).
- BLATT, M.; WISEMAN, S.; DOMANY, E. Data Clustering Using a Model Granular Magnet. *Neural Computation* 9, 8, 1805 (1997).
- BLATT, M.; WISEMAN, S.; DOMANY, E. Superparamagnetic clustering of data. *Physical Review E* 57, 3767 (1998).
- BLATT, M.; WISEMAN, S.; DOMANY, E. Superparamagnetic clustering of data. *Physical Review Letters* 76, 3251 (1996).
- BODENHORN, H. (2000) *A history of banking in Antebellum America: financial markets and economic development in an Era of Nation-Building*. Cambridge: Cambridge University.
- BRAUDEL, F. (1986). *Civilização material, economia e capitalismo: séculos XV-XVIII*. São Paulo: Martins Fontes, Vol 3: O tempo do mundo (1996).
- CAMERON, R. (1967) England, 1750-1844. In: CAMERON, R.; CRISP, O.; PATRICK, H.; TILLY, R. (eds) *Banking in the early stages of industrialization*. New York: Oxford University, pp. 15-59.
- CHANDLER JR., A. (1977). *The Visible Hand - The Managerial Revolution in America Business*. London: The Belknap Press of Harvard University Press.
- CHESNAIS, F. (org.) (2004) *La finance mondialisée: racines sociales et politiques, configuration, conséquences*. Paris: Éditions La Découverte.
- CHRISTENSEN, J. L. The role of finance in national systems of innovation. In: LUNDEVALL, B-A (ed.). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter, p. 146-168, 1992.
- GEISST, C. R. (2004) *Wall Street: a history*. Oxford: Oxford University Press.
- GOODCARE, A. & TONKS, I. Finance and Technological Change. In: STONEMAN, P.(ed.), *Handbook of the Economics of Innovation an Technological Change*. Cambridge (Mass): Basil Blackwell, 1996.
- HERSKOVIC, B. (2007) *Efeitos recíprocos entre crédito e inovação*. Belo Horizonte: FACE-UFMG (Monografia de conclusão de curso).
- HILFERDING, R.(1910). *Finance capital: a study of the latest phase of capitalist development*. London, Boston, Melbourne and Henley: Routledge & Kegan Paul 1981.
- KING, R.; LEVINE, R. (1993) Finance and growth: Schumpeter might be right. *Quarterly Journal of Economics*, CVIII, pp. 717-737.
- LEVINE, R. (1997) Financial development and economic growth: views and agenda. *Journal of Economic Literature*, v. XXXV, pp. 688-726.
- LEVINE, R.; ZERVOS, S. (1998) Stock markets, banks, and economic growth. *American Economic Review*, v. 88, n. 3, pp.537-558.
- MARX, Karl (1867). *Capital: a critique of political economy*. Volume I. London: Penguin, 1976.
- MARX, Karl (1894). *Capital: a critique of political economy*. Volume III. London: Penguin, 1981.
- MINSKY, H. P. (1986) *Stabilizing an unstable economy*. New Haven: Yale University Press.

- MOED, H.; GLÄNZEL, W.; SCHMOCH, U. (eds) (2004) *Handbook of quantitative science and technology research: the use of publication and patent statistics in studies of S&T systems*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- O'SULLIVAN, M. (2004) Finance and innovation. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. *Oxford handbook on innovation*. Oxford: Oxford.
- PAULA, J. A.; CERQUEIRA, H. E.; ALBUQUERQUE, E. (2001) Finance and industrial evolution: introductory notes on a key relationship for the capitalist accumulation. *Economica*, v. 3, n. 1. pp. 5-34.
- PEREZ, C. (2002) *Technological revolutions and financial capital*. Cheltenham: Edward Elgar.
- RIBEIRO, L. C. (2007) *Sistemas complexos: estudo de problemas em economia e imunologia*. Tese (Doutorado em Física) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- RIBEIRO, L. C.; RUIZ, R. M.; ALBUQUERQUE, E. M.; BERNARDES, A. T. (2006a). National systems of innovation and technological differentiation: a multi-country model. *International Journal of Modern Physics C*, v. 17, n. 2, pp. 247-257.
- RIBEIRO, L. C.; RUIZ, R. M.; BERNARDES, A. T.; ALBUQUERQUE, E. M. (2006b). Science in the developing world: running twice as fast? *Computing in Science and Engineering*, v. 8, pp. 81-87, July.
- ROSENBERG, N.; BIRDZELL JR, L. E. (1986) *How the West grew rich: the economic transformation of the industrial world*. New York: Basic Books.
- SCHUMPETER, J. (1911) *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Nova Cultural (1985).
- SMITH, A. (1776) *The Wealth of Nations* (vol. 1). London: Penguin Books (1999).
- STEUART, J. (1767) *An Inquiry into the Principles of Political Economy*. Londres (<http://www.efm.bris.ac.uk/het/steuart/prin.htm>).
- SYLLA, R. (1982) Monetary innovation in América. *Journal of Economic History*, v. XLII, n. 1; pp. 21-30.
- SYLLA, R. (1999) Shaping the US financial system, 1690-1913: the dominant role of public finance. In: SYLLA, R.; TILLY, R.; TORTELLA, G. (editors) *The state, the financial system, and economic modernization*. Cambridge: Cambridge University Press.
- UNITED STATES PATENTS AND TRADEMARK OFFICE. (2005) *Patent full-text and full-page image databases*. Washington. Disponível em: <<http://www.uspto.gov>>. Acesso em: 13 june. 2007.
- WORLD BANK. (2005) *World Development Indicators*. Washington, 2005. CD-ROM.