

Nota Técnica

Classificações tecnológicas: uma sistematização

Luiz Ricardo Cavalcante

Nº 17

Brasília, março de 2014

Classificações tecnológicas: uma sistematização*

Luiz Ricardo Cavalcante**

1 Introdução

A classificação de empresas ou setores de atividade de acordo com seus padrões tecnológicos permite resumir a estrutura produtiva em um número relativamente reduzido de categorias, facilitando o processamento e a análise de um volume extenso de informações. O uso desse tipo de classificação permite aos formuladores de políticas definirem alvos de ações específicas e aos pesquisadores da área de economia da inovação processarem dados de forma agregada. Dessa forma, essas classificações permitem, por exemplo, que se analise a distribuição de recursos destinados ao incentivo às atividades de inovação e que se façam comparações internacionais das estruturas produtivas de acordo com seus padrões tecnológicos.

As duas classificações tecnológicas mais amplamente empregadas por formuladores de políticas e por pesquisadores da área de economia da inovação são: *i*) a classificação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que agrupa os setores da indústria de transformação de acordo com sua intensidade tecnológica (alta, média-alta, média-baixa e baixa); e *ii*) a taxonomia originalmente proposta por Pavitt (1984), que considera os padrões setoriais de mudança técnica e que, em seu formato original, considera quatro categorias: dominados pelos fornecedores, intensivos em escala, fornecedores especializados (ou difusores do progresso técnico) e baseados em ciência.

Embora amplamente usadas para agregar setores de atividades, as classificações tecnológicas podem também ser aplicadas a firmas, uma vez que pode haver elevados níveis de heterogeneidade intrassetorial (ver, por exemplo, Archibugi, 2001). Isso, entretanto, requereria microdados que não estão usualmente disponíveis. Assim, frequentemente o uso das classificações tecnológicas, na prática, pressupõe que se associe, a cada setor de atividade, um dos grupos definidos. Essa nem sempre é uma tarefa trivial porque as empresas que compõem um dado setor de atividade podem ter padrões tecnológicos distintos. Naturalmente, esse problema tende a agravar-se quando se usam setores mais agregados. Na prática, portanto, identifica-se um padrão setorial médio ou dominante para enquadrar os setores nas classificações tecnológicas disponíveis. Além disso, há várias classificações setoriais em diferentes versões nas quais os dados são apresentados e, frequentemente, os trabalhos em que se agrupam empresas ou setores de atividade de acordo com seus padrões tecnológicos usam definições *ad hoc* normalmente explicitadas em seus anexos.

* O autor agradece os comentários e sugestões de Fernanda De Negri. Erros e omissões são de responsabilidade do autor.

** Técnico de planejamento e pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (DISET) do Ipea.

O objetivo deste trabalho é sistematizar as classificações tecnológicas disponíveis, associando, a cada uma delas, um conjunto de setores de atividades com foco na indústria de transformação. Com isso pretende-se contribuir para padronizar os procedimentos de agregação de dados muitas vezes disponíveis em diferentes classificações setoriais. Embora aparentemente trivial, esse exercício requer atenção, não somente porque as classificações são dinâmicas¹, mas também porque os resultados são sensíveis aos níveis de desagregação setorial empregados. Além disso, o enquadramento dos setores econômicos na taxonomia de Pavitt muitas vezes é discutível, uma vez que há segmentos que compartilham características de mais de uma classificação. O trabalho está estruturado em mais quatro seções, além desta introdução. Na seção 2, selecionam-se as classificações setoriais que serão associadas às classificações tecnológicas. Na seção 3, descrevem-se as duas classificações tecnológicas mais amplamente usadas (a classificação da OCDE e a taxonomia de Pavitt). A associação entre as classificações tecnológicas e as classificações setoriais é o objeto da quarta seção. Por fim, na quinta seção, apresentam-se as considerações finais do trabalho.

2 Classificações setoriais

O objetivo das classificações setoriais é agrupar empresas ou unidades de produção em grupos de acordo com processos, seus produtos ou seu comportamento nos mercados de capitais. As classificações tecnológicas são, assim, uma forma adicional de classificar setores (de acordo com algum tipo de padrão tecnológico).

Neste trabalho, empregam-se dois padrões básicos de classificações setoriais:

- Classificações setoriais baseadas nos processos de produção; e
- Classificações setoriais usadas nos mercados de capitais.

As classificações setoriais baseadas nos processos de produção envolvem, por exemplo, *i*) a *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC)* da Divisão Estatística das Nações Unidas; *ii*) a *North American Industry Classification System (NAICS)*; *iii*) a *Statistical Classification of Economic Activities in the European Community (NACE)*; *iv*) a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), usada no Brasil; e *v*) outras classificações setoriais baseadas nos processos de produção e usadas em diferentes países. Essas classificações são permanentemente revisadas, havendo, portanto, diferentes versões de cada uma delas. A correspondência entre os setores definidos nessas classificações é amplamente documentada.² Em suas versões mais recentes, a *ISIC*, a *NAICS*, a *NACE* e a CNAE mantêm uma evidente correspondência entre si. Todas essas classificações são formadas, assim, por seções (21, no caso na CNAE revisão 2.1), divisões (87), grupos (285) e classes (673). Por serem identificadas por dois dígitos numéricos, as divisões são usualmente referidas como “CNAE dois dígitos”. Nesse nível de agregação, as indústrias extrativas (seção “B”) são formadas por cinco divisões (de 05 a

¹ A OCDE (2011), por exemplo, recentemente passou a considerar o setor “*medical, precision and optical instruments*” de alta tecnologia. Até então, o setor era considerado de média-alta tecnologia.

² Ver, por exemplo, <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regot.asp>, <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/classificacoes/cnae2.0/correspondencia4.pdf>, <http://unstats.un.org/unsd/class/intercop/expertgroup/1998/ac63-8.pdf>, <http://www.census.gov/eos/www/naics/concordances/concordances.html>, <http://unstats.un.org/unsd/class/intercop/expertgroup/1998/ac63-10.pdf>, <http://unstats.un.org/unsd/class/intercop/expertgroup/1998/ac63-8.pdf>

09) e as indústrias de transformação (seção “C”) são formadas por 24 divisões (de 10 a 33). Essa estrutura é compatível com a revisão 4.0 da *ISIC* e com as versões mais recentes da *NAICS* e da *NACE* (cujas estruturas refletem a *ISIC*). Com isso, as comparações internacionais dos setores industriais podem ser facilmente elaboradas a partir de dados agregados em grupos.

Já as classificações setoriais usadas nos mercados de capitais são empregadas, majoritariamente, para a agregação setorial de dados de empresas que têm papéis negociados nesses mercados. Essas classificações envolvem, por exemplo, *i*) o *Industry Classification Benchmark (ICB)*, mantido pelo *Financial Times and Stock Exchange (FTSE)*; *ii*) a *Global Industry Classification Standard (GICS)*, mantida pela *Standard & Poor’s* e pela *Morgan Stanley Capital International (MSCI)*; e *iii*) a *Thomson Reuters Business Classification*. Neste trabalho, associa-se o *ICB* à classificação tecnológica da OCDE porque o *Industrial R&D Investment Scoreboard* da União Europeia é elaborado com base nos balanços das empresas de capital aberto, que são classificadas de acordo com o *ICB*. O sistema empregado registra dez “*industries*” segmentadas em 19 super setores que, por sua vez, dividem-se em 41 setores que contêm 114 subsetores.

3 Classificações tecnológicas

A classificação tecnológica da OCDE e a taxonomia de Pavitt são claramente indutivas e amparam-se na coleta e consolidação de dados e evidências sobre os investimentos em inovação e sobre a dinâmica tecnológica das empresas. Além dessas duas classificações mais comuns, há ainda classificações adicionais registradas por Robinson et al (2003, p. 47), cujo foco recai sobre as tecnologias da informação e comunicação (ICT) e sobre os níveis de qualificação da mão de obra empregada. Neste trabalho, porém, o foco restringe-se à classificação tecnológica da OCDE e à taxonomia de Pavitt (nesse último caso, especificamente aplicada à indústria de transformação).

3.1 Classificação tecnológica da OCDE

A classificação tecnológica da OCDE foi registrada por Hatzichronoglou (1997), que menciona as iniciativas precedentes adotadas no âmbito daquela organização e propõe um critério “*to take into account both the level of technology specific to the sector (measured by the ratio of R&D expenditure to value added) and the technology embodied in purchases of intermediate and capital goods*”. Dessa forma, a classificação tecnológica da OCDE corresponde a uma espécie de agregação dos setores econômicos em quartis de acordo com dados objetivos coletados sobre as empresas que os compõem.

O quadro 1 a seguir registra, para a indústria de transformação, os setores classificados por Hatzichronoglou (1997) em alta, média-alta, média-baixa e baixa tecnologia:

Quadro 1: intensidade tecnológica dos setores que compõem a indústria de transformação (revisão 1997)

<i>High-technology</i>	<i>Aerospace Computers, office machinery Electronics-communications Pharmaceuticals</i>
<i>Medium-high-technology</i>	<i>Scientific instruments Motor vehicles Electrical machinery Chemicals Other transport equipment Non-electrical machinery</i>

<i>Medium-low-technology</i>	<i>Rubber and plastic products</i> <i>Shipbuilding</i> <i>Other manufacturing</i> <i>Non-ferrous metals</i> <i>Non-metallic mineral products</i> <i>Fabricated metal products</i> <i>Petroleum refining</i> <i>Ferrous metals</i>
<i>Low-technology</i>	<i>Paper printing</i> <i>Textiles and clothing</i> <i>Food, beverages, and tobacco</i> <i>Wood and furniture</i>

Fonte: Hatzichronoglou (1997, p. 6).

A classificação registrada por Hatzichronoglou (1997) sofreu sucessivas revisões (OECD, 2007; Eurostat, 2009; OCDE, 2011). A revisão mais recente (referente a 2011 e ainda usando uma classificação setorial compatível com a revisão 1.0 da CNAE) está indicada no quadro 2 abaixo:

Quadro 2: intensidade tecnológica dos setores que compõem a indústria de transformação (revisão 2011)

<i>High-technology</i>	<i>Aircraft and spacecraft</i> <i>Pharmaceuticals</i> <i>Office, accounting and computing machinery</i> <i>Radio, TV and communications equipment</i> <i>Medical, precision and optical instruments</i>
<i>Medium-high-technology</i>	<i>Electrical machinery and apparatus, n.e.c.</i> <i>Motor vehicles, trailers and semi-trailers</i> <i>Chemicals excluding pharmaceuticals</i> <i>Railroad equipment and transport equipment, n.e.c.</i> <i>Machinery and equipment, n.e.c.</i>
<i>Medium-low-technology</i>	<i>Building and repairing of ships and boats</i> <i>Rubber and plastics products</i> <i>Coke, refined petroleum products and nuclear fuel</i> <i>Other non-metallic mineral products</i> <i>Basic metals and fabricated metal products</i>
<i>Low-technology</i>	<i>Manufacturing, n.e.c.; Recycling</i> <i>Wood, pulp, paper, paper products, printing and publishing</i> <i>Food products, beverages and tobacco</i> <i>Textiles, textile products, leather and footwear</i>

Fonte: OECD (2011).

Concebida para ser usada com as classificações setoriais baseadas no processo de produção, a classificação tecnológica da OCDE pode ser facilmente aplicada às classificações setoriais usadas nos mercados de capitais. Para isso, pode-se *i*) usar algum tipo de correspondência entre as classificações setoriais baseadas no processo de produção e as classificações setoriais usadas nos mercados de capitais; ou *ii*) definir um critério (por exemplo, relação entre gastos em P&D e faturamento) para classificar os setores. Potters et al (2008)³ optaram por usar uma tabela de conversão entre o *NACE* e o *ICB* para classificar alguns setores dessa última classificação em alta, média e baixa intensidade tecnológica (quadro 3).

³ Potters et al (2008) corresponde a um *working paper* publicado como artigo em 2011 (Ortega-Argilés et al, 2011). A referência ao *working paper*, contudo, permite que se acompanhe a evolução das maneiras que aqueles autores encontraram para classificar os setores *ICB* por intensidade tecnológica.

Quadro 3: conversão ICB – NACE e intensidade tecnológica usada por Potters et al (2008)

	ICB	NACE Code	Division name
High	Technology hardware & equipment	30	Manufacture of machinery and equipment n.e.c / Manufacture of office machinery and computers
		32	Manufacture of radio, television and communication equipment and apparatus
	Pharmaceuticals & biotechnology	24	Manufacture of chemicals and chemical products
		73	Research and development
	Leisure goods	32	Manufacture of radio, television and communication equipment and apparatus
		36	Manufacture of furniture; manufacturing n.e.c.
	Aerospace & defense	35	Manufacture of other transport equipment
		75	Public administration and defense; compulsory social security
	Automobiles & parts	25	Manufacture of rubber and plastic products
		34	Manufacture of medical, precision and optical instruments, watches and clocks Software & computer services / Manufacture of motor vehicles, trailers and semitrailers
	Software & computer services	72	Computer and related activities
	Electronic & electrical equipment	31	Manufacture of electrical machinery and apparatus n.e.c.
	32	Manufacture of radio, television and communication equipment and apparatus	
Medium	Chemicals	24	Manufacture of chemicals and chemical products (except 2441)
	Industrial engineering	29	Manufacture of machinery and equipment n.e.c.
		35	Manufacture of other transport equipment
	Health care equipment & services	33	Manufacture of medical, precision and optical instruments, watches and clocks
		36	Manufacture of furniture; manufacturing n.e.c.
		85	Health and social work
	Household goods	36	Manufacture of furniture; manufacturing n.e.c.
	General industrials	26	Manufacture of rubber and plastic products
		74	Other business activities
	Food producers	5	Fishing, fish farming and related service activities
		15	Manufacture of food products and beverages
	Media	22	Publishing, printing and reproduction of recorded media
	92	Publishing, printing and reproduction of recorded media	
Low	Fixed line telecommunications	64	Post and telecommunications
	Industrial metals	27	Manufacture of basic metals
	Electricity	40	Electricity, gas, steam and hot water supply
	Oil equipment, services & distribution	11	Extraction of crude petroleum and natural gas; service activities incidental to oil and gas extraction, excluding surveying
	General retailers	52	Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles; repair of personal and household goods
		93	Other service activities
	Support services	51	Wholesale trade and commission trade, except of motor vehicles and motorcycles
		74	Other business activities
	Construction & materials	26	Manufacture of other nonmetallic mineral products
		45	Construction
	Banks	65	Financial intermediation, except insurance and pension funding
	Gas, water & multiutilities	40	Electricity, gas, steam and hot water supply
	41	Collection, purification and distribution of water	

ICB	NACE Code	Division name
Oil & gas producers	11	Extraction of crude petroleum and natural gas; service activities incidental to oil and gas extraction, excluding surveying
Mobile telecommunications	64	Post and telecommunications
Industrial transportation	60	Land transport; transport via pipelines
	63	Supporting and auxiliary transport activities; activities of travel agencies
	64	Post and telecommunications
Beverages	15	Manufacture of food products and beverages

Fonte: Potters et al (2008, p. 25).

Conforme se pode observar, a correspondência entre o *NACE* e o *ICB* não é biunívoca. Isso torna a utilização do quadro 3 bastante questionável, uma vez que se estabelece uma correspondência classificações setoriais, cujas bases são muito distintas (processos de produção e mercados de capitais). Uma percepção semelhante deve ter levado Ortega-Argilés et al (2009) a optar por calcular a intensidade em P&D de um conjunto de empresas de uma amostra referente ao Reino Unido para definir a intensidade tecnológica dos setores *ICB* com os quais trabalham (tabela 1).

Tabela 1: intensidade tecnológica e intensidade em P&D dos setores *ICB* usadas por Ortega-Argilés et al (2009)

	Class.	Int. P&D
Technology hardware & equipment	High	0,41%
Pharmaceuticals & biotechnology	High	0,28%
Leisure goods	High	0,25%
Aerospace & defense	High	0,20%
Automobiles & parts	High	0,16%
Software & computer services	High	0,16%
Electronic & electrical equipment	High	0,15%
Chemicals	Média	0,12%
Industrial engineering	Média	0,08%
Health care equipment & services	Média	0,08%
Household goods	Média	0,06%
General industrials	Média	0,05%
Food producers	Média	0,05%
Media	Média	0,05%
Fixed line telecommunications	Baixa	0,03%
Industrial metals	Baixa	0,02%
Electricity	Baixa	0,02%
Oil equipment, services & distribution	Baixa	0,02%
General retailers	Baixa	0,02%
Support services	Baixa	0,02%
Construction & materials	Baixa	0,02%
Banks	Baixa	0,02%
Gas, water & multiutilities	Baixa	0,01%
Oil & gas producers	Baixa	0,01%
Mobile telecommunications	Baixa	0,01%
Industrial transportation	Baixa	0,01%
Beverages	Baixa	0,01%

	Class.	Int. P&D
Mining	Baixa	0,00%
Total	Baixa	0,09%

Ortega-Argilés et al (2009, p. 23).

Finalmente, Moncada-Paternò-Castelo et al (2010, p. 527) classificam os setores *ICB* em quatro grupos de acordo com sua relação entre P&D e faturamento:

- Grupo 1: alta intensidade em P&D (maior do que 5%);
- Grupo 2: média-alta intensidade em P&D (entre 2% e 5%);
- Grupo 3: média-baixa intensidade em P&D (entre 1% e 2%); e
- Grupo 4: baixa intensidade em P&D (menor do que 1%).

Por sua própria definição, a classificação tecnológica da OCDE emprega um método mais objetivo de agregação dos setores econômicos (ao contrário do que ocorre com a taxonomia de Pavitt discutida na próxima subseção), porque se apoia na relação entre os gastos em P&D e o valor adicionado e nos gastos em bens intermediários e de capital ou na relação entre os gastos em P&D e o faturamento. Porém, por outro lado, a classificação da OCDE não pressupõe, *a priori*, nenhum tipo de homogeneidade, em cada grupo, dos padrões setoriais de mudança técnica. Com isso, é provável que os setores que compõem um determinado grupo reajam de forma bastante distinta aos estímulos colocados por ações específicas de políticas. Dessa forma, não há porque supor que os estímulos eficazes para um determinado setor de alta tecnologia, por exemplo, o sejam para um outro setor que pertença ao mesmo grupo.

3.2 Taxonomia setorial de Pavitt

A taxonomia setorial de Pavitt (1984), originalmente publicada na *Research Policy*, é, possivelmente, a contribuição mais citada desse autor. Archibugi (2001) argumenta que a taxonomia foi originalmente proposta para classificar empresas, e não setores. Ainda assim, o próprio Pavitt (1984, p. 354) indica os setores tipicamente associados às categorias que propôs. Em seu formato original, a taxonomia de Pavitt é formada pro quatro grupos:

- Setores dominados pelos fornecedores, que correspondem, basicamente, aos mais tradicionais da indústria. Nestes setores, a mudança técnica é introduzida pelos fornecedores de máquinas, equipamentos e outros insumos. Em geral, são os segmentos mais tradicionais da atividade manufatureira, constituídos por pequenas firmas com baixa capacitação de pesquisa e engenharia. Exemplos: agricultura, têxtil, vestuário e gráfica.
- Setores intensivos em escala, que são formados por empresas caracterizadas pela crescente divisão do trabalho. Nestes setores, as principais fontes de tecnologia são a engenharia de projeto e produção, a experiência operacional e os fornecedores de equipamentos e componentes. São segmentos fortemente oligopolizados, mais propícios às inovações incrementais do que às radicais. A indústria siderúrgica, a indústria do petróleo e a indústria automobilística são exemplos típicos dos setores intensivos em escala.
- Difusores do progresso técnico ou fornecedores especializados, que reúnem empresas de alto dinamismo em nichos estratégicos. Essas empresas correspondem aos segmentos que incorporam, de maneira imediata, o progresso técnico dos setores intensivos em ciência, propagando-o. O foco recai sobre inovações de produto. As indústrias de bens de capital seriados e sob encomenda são

exemplos típicos de fornecedores especializados, na medida em que estabelecem um vínculo entre os setores intensivos em ciência e os demais segmentos produtivos.

- Baseados em ciência, que correspondem aos segmentos que efetivamente geram o progresso técnico. Tendem a ser oligopolizados, de modo a garantir a massa crítica necessária aos elevados aportes em P&D requeridos, e marcados por elevada apropriabilidade e oportunidade tecnológica. São também os segmentos que estão mais próximos das universidades e centros de pesquisa, com ênfase nas áreas de microeletrônica, química e biotecnologia.

Apesar das revisões posteriores, emprega-se, nesta nota, a classificação original de Pavitt (1984), que foi associada à classificação setorial por Robinson (2003), Dosi et al (2008), Bottazzi et al (2010).⁴

A bem da verdade, foram Marsili (2001) e Marsili e Verspagen (2002) aqueles que, pela primeira vez (até onde se conseguiu apurar), buscaram associar explicitamente a taxonomia de Pavitt a classificações setoriais baseadas nos processo de produção. Nesses casos, entretanto, os autores optaram por empregar um refinamento da taxonomia original e definir aquilo que denominam “regimes tecnológicos” que, embora análogos às categorias de propostas por Pavitt (1984), não mantêm com essa última uma correspondência direta. Por essa razão, os trabalhos de Marsili (2001) e Marsili e Verspagen (2002) não foram usados como referência nesta nota.

O enquadramento proposto por Robinson et al (2003, p. 68) para a indústria de transformação está indicado no quadro 4 a seguir:

Quadro 4: taxonomia de inovação (Pavitt) proposta por Robinson et al (2003)

Industry	Inno. Taxonomy
Agriculture	SDG
Forestry	SDG
Fishing	SDG
Mining and quarrying	SII
Food, drink & tobacco	SII
Textiles	SDG
Clothing	SDG
Leather and footwear	SDG
Wood & products of wood and cork	SDG
Pulp, paper & paper products	SDG
Printing & publishing	SDG
Mineral oil refining, coke & nuclear fuel	SII
Chemicals	SBI
Rubber & plastics	SII
Non-metallic mineral products	SII
Basic metals	SII
Fabricated metal products	SII
Mechanical engineering	SGS
Office machinery	SGS
Insulated wire	SGS

⁴ Robinson et al (2003) propõem ainda a extensão da taxonomia de Pavitt aos serviços.

Industry	Inno. Taxonomy
Other electrical machinery and apparatus nec	SBI
Electronic valves and tubes	SGS
Telecommunication equipment	SGS
Radio and television receivers	SBI
Scientific instruments	SGS
Other instruments	SGS
Motor vehicles	SII
Other Transport Equipment	
Building and repairing of ships and boats	SII
Aircraft and spacecraft	SII
Railroad equipment and transport equipment nec	SII
Furniture, miscellaneous manufacturing; recycling	SDG

Legenda: SII: scale intensive industry; SDG: supplier dominated goods; SGS: specialized goods suppliers; SBI: science based innovator.

Fonte: Robinson et al (2003, p. 68).

Dosi et al (2008) adotam um critério semelhante conforme indicado no quadro 5:

Quadro 5: Taxonomia de inovação (Pavitt) proposta por Dosi et al (2008)

ISIC	Sector	Pavitt sector
151	Production, processing & preserving of meat	SI
155	Dairy products	SI
158	Production of other food stuffs	SI
159	Production of beverages (alcoholic and not)	SI
171	Preparation and spinning of textiles	SD
172	Textiles weaving	SD
173	Finishing of textiles	SD
175	Carpets, rugs and other textiles	SD
177	Knitted and crocheted articles	SD
182	Wearing apparel	SD
191	Tanning and dressing of leather	SD
193	Foot wear	SD
202	Production of plywood and panels	SD
203	Wood products for construction	SD
205	Production of other wood products	SD
211	Pulp, paper and paperboard	SI
212	Articles of paper and paperboard	SD
221	Publishing	SD
222	Printing	SD
241	Production of basic chemicals	SI
243	Paints, varnishes, printing inks and mastics	SI
244	Pharmaceut. & medicinal chemicals	SB
245	Soap, detergents, cleaning & toilet preparations	SI
246	Other chemical products	SI
251	Rubber products	SD
252	Plastic products	SD
261	Glass and glass products	SI

ISIC	Sector	Pavitt sector
262	Ceramic goods not for construction	SI
263	Ceramic goods for construction	SI
264	Bricks, tiles and construction products	SI
266	Articles in concrete, plaster and cement	SD
267	Cutting, shaping and finishing of stone	SD
273	First processing of iron and steel	SI
275	Casting of metals	SI
281	Structural metal products	SD
284	Forging, pressing, stamping of metal	SI
285	Treatment and coating of metals	SD
286	Cutlery, tools and general hardware	SD
287	Other fabricated metal products	-
291	Machinery for production & use of mech. power	SS
292	Other general purpose machinery	SS
293	Agricultural and forestry machinery	SI
294	Machine tools	SS
295	Other special purpose machinery	SS
297	Domestic appliances not elsewhere classified	SI
311	Electric motors, generators and transformers	SS
312	Manufacture of electricity distr., control equip.	SS
316	Electrical equipment not elsewhere classified	SS
322	TV, radio transmitters, lines for telephony	SB
332	Measure, control and navigation instruments	SB
342	Production of bodies for cars & trailers	SI
343	Production of spare parts & accessories for cars	SI
361	Furniture	SD

Legenda: SI: scale intensive; SD: supplier dominated; SS: specialized suppliers; SB: Science based.

Fonte: Dosi et al (2008).

Finalmente, Bottazziet al (2010), apoiando-se em Marsili (2001), Robinson (2003) e Dosi (2008), propõem uma abertura por grupos (3 dígitos) de algumas divisões (2 dígitos) mostrada no quadro a seguir.

Quadro 6: taxonomia de inovação (Pavitt) proposta por Bottazzi et al (2010)

NACE	Sector	Pavitt classes
151	Production, process, and preserv. of meat	SI
155	Dairy products	SI
158	Prod. of other food (bread, sugar, etc.)	SI
159	Beverages (alcoholic and not)	SI
171	Preparation and spinning of textiles	SD
172	Textiles weaving	SD
175	Carpets, rugs, and other textiles	SD
177	Knitted and crocheted articles	SD
182	Wearing apparel	SD
193	Footwear	SD
203	Wood products for construction	SD

NACE	Sector	Pavitt classes
204	Wooden containers	SD
211	Pulp, paper, and paperboard	SI
212	Articles of paper and paperboard	SD
221	Publishing	SD
222	Printing	SD
241	Production of basic chemicals	SI
243	Paints, varnishes, inks, and mastics	SI
244	Pharma., med. chemicals, botanical prod	SB
245	Soap and deterg and perfumes and toilet prep	SI
246	Other chemical products	SI
251	Rubber products	SD
252	Plastic products	SD
263	Ceramic goods for construction	SI
266	Concrete, plaster, and cement	SD
267	Cutting, shaping, and finishing of stone	SD
275	Casting of metals	SI
281	Structural metal products	SD
284	Forging, pressing, stamping of metal	SI
285	Treatment and coating of metals	SD
286	Cutlery, tools and general hardware	SD
287	Other fabricated metal products	SD
291	Machinery for prod. and use of mech. power	SS
292	Other general purpose machinery	SS
293	Agricultural and forestry machinery	SI
294	Machine tools	SS
295	Other special purpose machinery	SS
297	Domestic appliances not e/where class	SI
311	Electric motors, generators and transform	SS
312	Manuf. of electricity distrib. control equip	SS
316	Electrical equipment not e/where class	SS
331	Medical and surgical equip. orthopedic appl	SB
332	Measuring, checking, testing, and navigat app.	SB
333	Industrial process control equipment	SB
343	Production of spare parts for cars	SI
361	Furniture	SD
362	Jewelry and related articles	SD
366	Miscellaneous manufact. not elsewhere class	SI
34	Motor vehicles, trailers, and semi-trailers	SI

Legenda: SI: scale intensive; SD: supplier dominated; SS: specialized suppliers; SB: Science based.

Fonte: Bottazziet al (2010).

Além dos enquadramentos mencionados acima, buscou-se distinguir, com base nos padrões de produção adotados e em uma tabela não publicada gentilmente cedida por Marco Grazzi e Giovanni Dosi, os setores intensivos em escala que usam processos contínuos (indústria do petróleo, por exemplo) daqueles que usam processos descontínuos (indústria automobilística, por exemplo).

Conforme se pôde observar nos quadros 4, 5 e 6, os trabalhos que serviram como referência para que se associe a taxonomia de Pavitt às classificações setoriais usam versões da *ISIC* anteriores à revisão 4, que é a versão em vigor atualmente em diversos países e que tem correspondência direta com a revisão 2.1 da CNAE em uso no Brasil. Por isso, foi preciso adaptar os enquadramentos propostos naqueles trabalhos. Além disso, em vários casos, um mesmo setor pode ter características de mais de um grupo proposto por Pavitt (1984). Isso ocorre particularmente com alguns setores que podem ser considerados tanto fornecedores especializados como baseados em ciência. Nesses casos, as escolhas apoiaram-se nas opções previamente adotadas por outros autores e na interpretação das descrições originalmente propostas por Pavitt (1984).

Não foi possível identificar, para as classificações setoriais usadas nos mercados de capitais, correspondências com a taxonomia de Pavitt. Isso possivelmente é consequência da agregação, em um mesmo setor *ICB*, de diferentes atividades (cujos processos e dinâmicas tecnológicas podem ser muitas vezes muito distintos).

4 Associação entre classificações tecnológicas e classificações setoriais

O quadro 7 a seguir associa, para a indústria de transformação, as divisões (isto é, setores de atividades a dois dígitos) e grupos (3 dígitos) à classificação tecnológica da OCDE e à taxonomia de Pavitt. No quadro, expandem-se apenas as divisões cujos grupos não são uniformemente enquadrados nas classificações tecnológicas. Nesses casos, indica-se, para a divisão, uma classificação que pode ser usada nas circunstâncias em que dados por grupos não estejam disponíveis. O quadro 7 foi elaborado usando como referência a revisão 2.1 da CNAE.

Quadro 7: intensidade tecnológica e taxonomia de Pavitt das divisões (CNAE dois dígitos) e dos grupos (CNAE três dígitos) que compõem a indústria de transformação (CNAE 2.1)

Divisão	Grupo	Descrição	OCDE	Pavitt
10 .. 33		Indústrias de transformação		
10		Fabricação de produtos alimentícios	Baixa	IEd
11		Fabricação de bebidas	Baixa	IEc
12		Fabricação de produtos do fumo	Baixa	IEd
13		Fabricação de produtos têxteis	Baixa	DF
14		Confecção de artigos do vestuário e acessórios	Baixa	DF
15		Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	Baixa	DF
16		Fabricação de produtos de madeira	Baixa	DF
17		Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Baixa	DF
	171	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	Baixa	IEc
	172	Fabricação de papel, cartolina e papel-cartão	Baixa	DF
	173	Fabricação de embalagens de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	Baixa	DF
	174	Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	Baixa	DF
18		Impressão e reprodução de gravações	Baixa	DF
	181	Atividade de impressão	Baixa	DF
	182	Serviços de pré-impressão e acabamentos gráficos	Baixa	DF
	183	Reprodução de materiais gravados em qualquer suporte	Média-baixa	DF
19		Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	Média-baixa	IEc
20		Fabricação de produtos químicos	Média-alta	IEc

Classificações tecnológicas: uma sistematização

Divisão	Grupo	Descrição	OCDE	Pavitt
10 .. 33		Indústrias de transformação		
	201	Fabricação de produtos químicos inorgânicos	Média-alta	IEc
	202	Fabricação de produtos químicos orgânicos	Média-alta	IEc
	203	Fabricação de resinas e elastômeros	Média-alta	IEc
	204	Fabricação de fibras artificiais e sintéticas	Média-alta	IEc
	205	Fabricação de defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	Média-alta	BC
	206	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	Média-alta	IEc
	207	Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	Média-alta	IEc
	209	Fabricação de produtos e preparados químicos diversos	Média-alta	IEc
21		Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Alta	BC
22		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Média-baixa	DF
23		Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa	IEd
	231	Fabricação de vidro e de produtos do vidro	Média-baixa	IEc
	232	Fabricação de cimento	Média-baixa	IEc
	233	Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes	Média-baixa	IEd
	234	Fabricação de produtos cerâmicos	Média-baixa	IEd
	239	Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa	DF
24		Metalurgia	Média-baixa	IEc
25		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Média-baixa	IEd
	251	Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada	Média-baixa	DF
	252	Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras	Média-baixa	IEd
	253	Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais	Média-baixa	IEc
	254	Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas	Média-baixa	DF
	255	Fabricação de equipamento bélico pesado, armas e munições	Média-baixa	IEd
	259	Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente	Média-baixa	DF
26		Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Alta	BC
	261	Fabricação de componentes eletrônicos	Alta	DPT
	262	Fabricação de equipamentos de informática e periféricos	Alta	BC
	263	Fabricação de equipamentos de comunicação	Alta	BC
	264	Fabricação de aparelhos de recepção, reprodução, gravação e amplificação de áudio e vídeo	Alta	BC
	265	Fabricação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle; cronômetros e relógios	Alta	BC
	266	Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	Alta	BC
	267	Fabricação de equipamentos e instrumentos óticos, fotográficos e cinematográficos	Alta	IEd
	268	Fabricação de mídias virgens, magnéticas e ópticas	Alta	DPT
27		Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Média-alta	DPT
	271	Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos	Média-alta	DPT
	272	Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos	Média-alta	IEd
	273	Fabricação de equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica	Média-alta	DPT
	274	Fabricação de lâmpadas e outros equipamentos de iluminação	Média-alta	IEd
	275	Fabricação de eletrodomésticos	Média-alta	IEd
	279	Fabricação de equipamentos e aparelhos elétricos não especificados anteriormente	Média-alta	DPT
28		Fabricação de máquinas e equipamentos	Média-alta	DPT
	281	Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	Média-alta	DPT
	282	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral	Média-alta	DPT
	283	Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária	Média-alta	IEd
	284	Fabricação de máquinas-ferramenta	Média-alta	DPT

Divisão	Grupo	Descrição	OCDE	Pavitt
10 .. 33		Indústrias de transformação		
	285	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e na construção	Média-alta	DPT
	286	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso industrial específico	Média-alta	DPT
29		Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	Média-alta	IEd
30		Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Média alta	IEd
	301	Construção de embarcações	média-baixa	IEd
	303	Fabricação de veículos ferroviários	Média-alta	IEd
	304	Fabricação de aeronaves	alta	IEd
	305	Fabricação de veículos militares de combate	Média-alta	IEd
	309	Fabricação de equipamentos de transporte não especificados anteriormente	Média-alta	IEd
31		Fabricação de móveis	Baixa	DF
32		Fabricação de produtos diversos	Baixa	DF
	321	Fabricação de artigos de joalheria, bijuteria e semelhantes	Baixa	DF
	322	Fabricação de instrumentos musicais	Baixa	DF
	323	Fabricação de artefatos para pesca e esporte	Baixa	DF
	324	Fabricação de brinquedos e jogos recreativos	Baixa	DF
	325	Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	Média-alta	DPT
	329	Fabricação de produtos diversos	Baixa	DF
33		Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Média-baixa	DPT

Legenda: IEd - intensivo em escala (processo descontínuo); IEc - intensivo em escala (processo contínuo); DF - dominado pelos fornecedores; BC - baseado em ciência; e DPT - difusor do progresso técnico.

Fonte: elaboração do autor com base em nas referências mencionadas na seção 3 deste trabalho.

O enquadramento na classificação da OCDE foi definido com base em Hatzichronoglou (1997) e nas revisões mencionadas na seção 3 deste trabalho. Nas circunstâncias em que se observaram divergências entre as fontes, prevaleceram, naturalmente, os documentos mais recentes.

Já o enquadramento das divisões nos grupos que formam a taxonomia de Pavitt apoiou-se em Robinson (2003), Dosi et al (2008), Bottazzi et al (2010) e, na tabela não publicada cedida por Marco Grazzi e Giovanni Dosi. Na maioria dos casos, o enquadramento é consensual entre as fontes consultadas e bastante evidente. Contudo, em alguns casos, foram requeridos ajustes ou escolhas, conforme se indica nos tópicos abaixo:

- A divisão “fabricação de produtos químicos” (20) é considerada baseada em ciência no trabalho original de Pavitt, mas, atualmente, pode ser considerada intensiva em escala (diferentemente do setor de fármacos). Ainda assim, Robinson et al (2003) a consideram baseada em ciência. Dosi (2008), por outro lado, considera essa divisão intensiva em escala de processo contínuo (exceto pesticidas, que enquadra nos setores baseados em ciência). Neste trabalho, optou-se por considerar o setor intensivo em escala de processo contínuo na classificação a dois dígitos e (isto é, por divisões) e por seguir as propostas de Dosi et al (2008) e Bottazzi et al (2010) na classificação a três dígitos (isto é, por grupos, conforme indicado no quadro 7).
- A divisão “fabricação de produtos de borracha e de material plástico” (22) poderia ser considerada tanto intensiva em escala (Robinson et al, 2003) como dominada pelos fornecedores (Dosi, 2008). Optou-se por considerá-la dominada pelos fornecedores, porque se julgou que essa categoria reflete melhor sua dinâmica tecnológica.

- Os grupos que compõem a divisão “fabricação de produtos de minerais não-metálicos” (23) são enquadrados como intensivos em escala de processo contínuo, intensivos em escala de processo descontínuo e dominados pelos fornecedores. Em face dessa diversidade, a escolha de um único grupo da taxonomia de Pavitt para essa divisão implicará sempre algum erro. Robinson et al (2003) consideram essa divisão intensiva em escala. Optou-se, aqui, por considerá-la intensiva em escala de processo descontínuo.
- Da mesma forma, os grupos que compõem a divisão “fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos” (25) podem ser enquadrados como intensivos em escala de processo contínuo, intensivos em escala de processo descontínuo e baseados em ciência. Nesse caso, optou-se por classificar a divisão como intensiva em escala de processo descontínuo. Essa opção é consistente com Robinson et al (2003).
- A divisão “fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos” (26) poderia ser classificada tanto como baseada em ciência como difusora do progresso técnico. Optou-se pela primeira alternativa porque essa divisão é fortemente dependente do conhecimento científico, mas alguns grupos que a compõem foram classificados como difusores do progresso técnico.
- A divisão “fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos” (27) é formada por grupos classificados como difusores do progresso técnico e como intensivos em escala de processo discreto. A divisão foi considerada difusora do progresso técnico.
- A divisão “fabricação de máquinas e equipamentos” (28) é formada por grupos considerados difusores do progresso técnico. A exceção é o grupo “fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária” (283), considerado, pelos autores consultados, como intensivo em escala de processo descontínuo.
- A divisão “manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos” (33) foi considerada difusora do progresso técnico porque é fortemente relacionado com a produção de bens de capital.

Embora a CNAE 2.1 seja a versão em uso corrente no Brasil (nas duas últimas edições da Pintec, por exemplo), em vários casos – especialmente quando se pretende construir séries históricas – a revisão 1.0 (que foi usada, por exemplo, na edição da Pintec referente ao período 2003-2005) pode ser necessária. Por essa razão, o quadro 8 a seguir associa, para a indústria de transformação, as divisões e grupos à classificação tecnológica da OCDE e à taxonomia de Pavitt usando a revisão 1.0 da CNAE como referência.

Quadro 8: intensidade tecnológica e taxonomia de Pavitt das divisões (CNAE dois dígitos) e dos grupos (CNAE três dígitos) que compõem a indústria de transformação (CNAE 1.0)

Divisão	Grupo	Descrição	OCDE	Pavitt
15 .. 37		Indústrias de transformação		
15		Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	baixa	IEd
	151	Abate e preparação de produtos de carne e de pescado	baixa	IEd
	152	Processamento, preservação e produção de conservas de frutas, legumes e outros vegetais	baixa	IEd
	153	Produção de óleos e gorduras vegetais e animais	baixa	IEd
	154	Laticínios	baixa	IEd
	155	Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais	baixa	IEd
	156	Fabricação e refino de açúcar	baixa	IEd
	157	Torrefação e moagem de café	baixa	IEd

Divisão	Grupo	Descrição	OCDE	Pavitt
15 .. 37		Indústrias de transformação		
	158	Fabricação de outros produtos alimentícios	baixa	IEd
	159	Fabricação de bebidas	baixa	IEc
16		Fabricação de produtos do fumo	baixa	IEd
17		Fabricação de produtos têxteis	baixa	DF
18		Confecção de artigos do vestuário e acessórios	baixa	DF
19		Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	baixa	DF
20		Fabricação de produtos de madeira	baixa	DF
21		Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	baixa	DF
	211	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	baixa	IEc
	212	Fabricação de papel, papelão liso, cartolina e cartão	baixa	DF
	213	Fabricação de embalagens de papel ou papelão	baixa	DF
	214	Fabricação de artefatos diversos de papel, papelão, cartolina e cartão	baixa	DF
22		Edição, impressão e reprodução de gravações	baixa	DF
23		Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	média-baixa	IEc
24		Fabricação de produtos químicos	média-alta	IEc
	241	Fabricação de produtos químicos inorgânicos	média-alta	IEc
	242	Fabricação de produtos químicos orgânicos	média-alta	IEc
	243	Fabricação de resinas e elastômeros	média-alta	IEc
	244	Fabricação de fibras, fios, cabos e filamentos contínuos artificiais e sintéticos	média-alta	IEc
	245	Fabricação de produtos farmacêuticos	alta	BC
	246	Fabricação de defensivos agrícolas	média-alta	BC
	247	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza e artigos de perfumaria	média-alta	IEc
	248	Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	média-alta	IEc
	249	Fabricação de produtos e preparados químicos diversos	média-alta	IEc
25		Fabricação de artigos de borracha e de material plástico	média-baixa	DF
26		Fabricação de produtos de minerais não -metálicos	média-baixa	IEd
	261	Fabricação de vidro e de produtos do vidro	média-baixa	IEc
	262	Fabricação de cimento	média-baixa	IEc
	263	Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e estuque	média-baixa	IEd
	264	Fabricação de produtos cerâmicos	média-baixa	IEd
	269	Aparelhamento de pedras e fabricação de cal e de outros produtos de minerais não -metálicos	média-baixa	DF
27		Metalurgia básica	média-baixa	IEc
28		Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	média-baixa	IEd
	281	Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada	média-baixa	DF
	282	Fabricação de tanques, caldeiras e reservatórios metálicos	média-baixa	IEd
	283	Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais	média-baixa	IEc
	284	Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas manuais	média-baixa	DF
	288	Manutenção e reparação de tanques, caldeiras e reservatórios metálicos	média-baixa	DF
	289	Fabricação de produtos diversos de metal	média-baixa	DF
29		Fabricação de máquinas e equipamentos	média-alta	DPT
	291	Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	média-alta	DPT
	292	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral	média-alta	DPT
	293	Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura, avicultura e obtenção de produtos animais	média-alta	IEd
	294	Fabricação de máquinas-ferramentas	média-alta	DPT
	295	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e construção	média-alta	DPT

Divisão	Grupo	Descrição	OCDE	Pavitt
15 .. 37		Indústrias de transformação		
	296	Fabricação de outras máquinas e equipamentos de uso específico	média-alta	DPT
	297	Fabricação de armas, munições e equipamentos militares	média-alta	DPT
	298	Fabricação de eletrodomésticos	média-alta	DPT
	299	Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos industriais	média-alta	DPT
30		Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	alta	BC
31		Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	média-alta	DPT
	311	Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos	média-alta	DPT
	312	Fabricação de equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica	média-alta	DPT
	313	Fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados	média-alta	DF
	314	Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos	média-alta	IEd
	315	Fabricação de lâmpadas e equipamentos de iluminação	média-alta	IEd
	316	Fabricação de material elétrico para veículos - exceto baterias	média-alta	DPT
	318	Manutenção e reparação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	média-alta	DPT
	319	Fabricação de outros equipamentos e aparelhos elétricos	média-alta	DPT
32		Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	alta	DPT
	321	Fabricação de material eletrônico básico	alta	DPT
	322	Fabricação de aparelhos e equipamentos de telefonia e radiotelefonia e de transmissores de televisão e rádio	alta	BC
	323	Fabricação de aparelhos receptores de rádio e televisão e de reprodução, gravação ou amplificação de som e vídeo	alta	IEd
	329	Manutenção e reparação de aparelhos e equipamentos de telefonia e radiotelefonia e de transmissores de televisão e rádio - exceto telefones	alta	DPT
33		Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e óticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	alta	BC
	331	Fabricação de aparelhos e instrumentos para usos médico-hospitalares, odontológicos e de laboratórios e aparelhos ortopédicos	alta	BC
	332	Fabricação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle - exceto equipamentos para controle de processos industriais	alta	BC
	333	Fabricação de máquinas, aparelhos e equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados a automação industrial e ao controle do processo produtivo	alta	BC
	334	Fabricação de aparelhos, instrumentos e materiais óticos, fotográficos e cinematográficos	alta	IEd
	335	Fabricação de cronômetros e relógios	alta	IEd
	339	Manutenção e reparação de equipamentos médico-hospitalares, instrumentos de precisão e óticos e equipamentos para automação industrial	alta	BC
34		Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	média-alta	IEd
35		Fabricação de outros equipamentos de transporte	média-alta	IEd
	351	Construção e reparação de embarcações	média-baixa	IEd
	352	Construção, montagem e reparação de veículos ferroviários	média-alta	IEd
	353	Construção, montagem e reparação de aeronaves	alta	BC
	359	Fabricação de outros equipamentos de transporte	média-alta	IEd
36		Fabricação de moveis e indústrias diversas	baixa	DF
37		Reciclagem	baixa	DF

Legenda: IEd - intensivo em escala (processo descontínuo); IEc - intensivo em escala (processo contínuo); DF - dominado pelos fornecedores; BC - baseado em ciência; e DPT - difusor do progresso técnico.

Fonte: elaboração do autor com base em nas referências mencionadas no parágrafo a seguir.

No caso das classificações setoriais usadas nos mercados de capitais, adotou-se, para propor uma associação com a classificação tecnológica da OCDE, o mesmo critério empregado por Moncada-Paternò-Castelo et al (2010, p. 527), que classificam os setores *ICB* em quatro grupos de acordo com sua relação entre P&D e faturamento (abaixo de 1%, entre 1% e 2%, entre 2% e 5% e maior do que 5%). A intensidade em P&D corresponde à média do período entre 2002 e 2011 para as empresas incluídas no

Industrial R&D Investment Scoreboard da União Europeia. Embora essa base tenha um viés por incluir apenas os principais investidores em P&D, a adoção de um critério idêntico ao já adotado por outros autores e a razoável identidade da classificação proposta com as iniciativas de Potters et al (2008) e Ortega-Argilés et al (2009) sugerem que o enquadramento proposto é consistente.

Tabela 2: intensidade tecnológica dos setores ICB

	Sector	OCDE	Int. P&D
0530	Oil & Gas Producers	Baixa	0,33%
0570	Oil Equipment, Services & Distribution	Média-baixa	1,82%
0580	Alternative Energy	Média-alta	3,58%
1350	Chemicals	Média-alta	3,25%
1730	Forestry & Paper	Baixa	0,54%
1750	Industrial Metals & Mining	Baixa	0,84%
1770	Mining	Baixa	0,67%
2350	Construction & Materials	Baixa	0,91%
2710	Aerospace & Defense	Média-alta	4,40%
2720	General Industrials	Média-alta	2,26%
2730	Electronic & Electrical Equipment	Média-alta	4,77%
2750	Industrial Engineering	Média-alta	2,73%
2770	Industrial Transportation	Baixa	0,40%
2790	Support Services	Média-alta	2,04%
3350	Automobiles & Parts	Média-alta	4,26%
3530	Beverages	Baixa	0,73%
3570	Food Producers	Média-baixa	1,49%
3720	Household Goods & Home Construction	Média-alta	2,16%
3740	Leisure Goods	Alta	6,49%
3760	Personal Goods	Média-alta	2,24%
3780	Tobacco	Baixa	0,97%
4530	Health Care Equipment & Services	Alta	6,46%
4570	Pharmaceuticals & Biotechnology	Alta	14,95%
5330	Food & Drug Retailers	Baixa	0,28%
5370	General Retailers	Média-baixa	1,18%
5550	Media	Média-alta	2,09%
5750	Travel & Leisure	Baixa	0,99%
6530	Fixed Line Telecommunications	Média-baixa	1,64%
6570	Mobile Telecommunications	Baixa	0,86%
7530	Electricity	Baixa	0,75%
7570	Gas, Water & Multiutilities	Baixa	0,35%
8350	Banks	Média-baixa	1,16%
8530	Nonlife Insurance	Baixa	0,37%
8570	Life Insurance	Baixa	0,28%
8630	Real Estate Investment & Services	Baixa	0,88%
8670	Real Estate Investment Trusts	Baixa	Nota 1
8770	Financial Services	Média-baixa	1,83%
8980	Equity Investment Instruments	Média-baixa	Nota 1
8990	Nonequity Investment Instruments	Média-baixa	Nota 1
9530	Software & Computer Services	Alta	9,78%

	Sector	OCDE	Int. P&D
9570	Technology Hardware & Equipment	Alta	8,66%

Nota 1: as informações referentes aos setores “Real Estate Investment Trusts”, “Equity Investment Instruments” e “Nonequity Investment Instruments” não estavam disponíveis. No primeiro caso, atribuiu-se a mesma intensidade tecnológica do setor “Real estate investment & services”. Nos outros dois casos, atribuiu-se a mesma intensidade tecnológica dos setores “Banks” e “Financial Services”.

Fonte: elaboração própria.

No caso das classificações setoriais usadas nos mercados de capitais, não foi possível propor uma associação com a taxonomia da Pavitt, uma vez que um mesmo setor *ICB* pode estar associado a diferentes atividades, cujos processos e dinâmicas tecnológicas podem ser muito diferentes.

5 Considerações finais

Neste trabalho associaram-se as duas classificações tecnológicas mais amplamente empregadas por formuladores de política e por pesquisadores da área de economia da inovação aos setores de atividades que compõem a CNAE e o *ICB*. Em particular, registrou-se a associação entre a classificação tecnológica da OCDE e *i*) os setores de atividades a dois e três dígitos da CNAE em suas revisões 2.1 e 1.0 para a indústria de transformação; e *ii*) os 41 setores de atividades que compõem o *ICB*. A associação ao *ICB* é particularmente útil quando se usam bases de dados internacionais como o *Industrial R&D Investment Scoreboard* da União Europeia. Os setores de atividades a dois e três dígitos da CNAE foram também associados à taxonomia de Pavitt.

Para a proposição dos quadros 7 e 8 e da tabela 2 (que contêm as associações mencionadas no parágrafo anterior), consultaram-se as fontes disponíveis na literatura sobre as classificações tecnológicas (que muitas vezes encontram-se dispersas ou indicadas apenas nos anexos dos trabalhos) e calcularam-se as intensidades em P&D dos 41 setores de atividades que compõem o *ICB*. Além disso, em algumas circunstâncias, foi preciso arbitrar a classificação de Pavitt para algumas divisões e grupos da CNAE. Pretendeu-se, com esse esforço de natureza conceitual e metodológica, contribuir para a padronização dos procedimentos de agregação de dados, muitas vezes disponíveis em diferentes classificações setoriais. Esse tipo de padronização torna-se especialmente útil em um contexto no qual o uso de classificações de empresas ou setores de atividade de acordo com seus padrões tecnológicos tem se disseminado.

6 Referências

ARCHIBUGI, D. Pavitt's taxonomy sixteen years on: a review article. *Econ.Innov. New Techn.*, v. 10, p. 415-425, 2001.

BOTTAZZI, G.; DOSI, G.; JACOBY, N.; SECCHIY, A.; TAMAGNIZ, F. Corporate performances and market selection: some comparative evidence. *Industrial and Corporate Change*, v. 19, n. 6, p. 1953-1996, 2010.

DOSI, G.; GAMBARELLA, A.; GRAZZI, M.; ORSENIGO, L. Technological Revolutions and the Evolution of Industrial Structures: Assessing the Impact of New Technologies upon the Size and Boundaries of Firms. *Capitalism and Society*, v. 3, n. 1, 2008.

EUROSTAT. *High-technology and knowledge based services aggregations based on NACE Rev. 2*. Eurostat, Jan. 2009.

HATZICHRONOGLU, T. *Revision of the high-technology sector and product classification*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 1997 (working paper nº 1997/02).

MARSILI, O. (2001), *The Anatomy and Evolution of Industries: Technological Change and Industrial Dynamics*. Edward Elgar Publishing: Cheltenham, Northampton, MA.

MARSILI, O.; VERSPAGEN, B. Technology and the dynamics of industrial structures an empirical mapping of Dutch manufacturing. *Industrial and corporate change*, v. 11, n.4, p. 791-815, 2002.

MONCADA-PATERNÒ-CASTELLOA, P.; CIUPAGEAB, C.; SMITH, K.; TÜBKEA, A.; TUBBSD, M. Does Europe perform too little corporate R&D? A comparison of EU and non-EU corporate R&D performance. *Research Policy*, v. 39, p. 523-536, 2010.

OECD.*ISIC Rev. 3 technology intensity definition*. OECD Directorate for Science, Technology and Industry, Jul. 2011.

OECD.*OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2007*. OECD, 2007 (Annex 1: Classification of manufacturing industries based on technology, p.219-221).

ORTEGA-ARGILÉS, R.; PIVA, M.; POTTERS, L.; VIVARELLI, M. *Is Corporate R&D Investment in High-Tech Sectors More Effective? Some Guidelines for European Research Policy*. Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit, Jan. 2009 (IZA discussion paper n. 3945).

ORTEGA-ARGILÉS, R.; POTTERS, L.; VIVARELLI, M. R&D and productivity: testing sectoral peculiarities using micro data. *Empirical Economics*, v. 41, n. 3, p. 817-839, Dec. 2011.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, p. 343-373, 1984.

POTTERS, L.; ORTEGA-ARGILÉS, R.; VIVARELLI, M. R&D and productivity: testing sectoral peculiarities using micro data. Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit, Feb. 2008 (IZA discussion paper n. 3338).

ROBINSON, C.; STOKES, L.; STUIVENWOLD, E.; VAN ARK, B. *Industry Structure and Taxonomies*. In: O'MAHONY, M. VAN ARK, B. *EU productivity and competitiveness: An industry perspective*. European Commission, 2003.