

UMA ANÁLISE MULTIVARIADA DOS ESFORÇOS TECNOLÓGICOS DOS SETORES INDUSTRIAIS BRASILEIROS

Juliana Gonçalves Taveira¹
Eduardo Gonçalves²

Resumo

O artigo objetiva agrupar setores industriais brasileiros em função de indicadores de esforço tecnológico. Para tal, utilizou-se técnicas multivariada de componentes principais e cluster hierárquico, as quais permitem distribuir os setores em torno de variáveis de esforço tecnológico, bem como agrupar setores em função de indicadores tecnológicos. A base de dados utilizada é a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC) de 2011. Os principais resultados revelam que os setores industriais brasileiros se agrupam em torno de indicadores classificados como *esforço inovativo*, *esforço inovador próprio*, *esforço de desenvolvimento e implementação da inovação*, e *esforço para efetivar a inovação*, sendo os dois primeiros responsáveis pela maior parte da caracterização dos setores industriais brasileiros.

Palavras chave: taxonomia setorial; esforço tecnológico; PINTEC 2011; análise multivariada; Brasil.

Abstract

The article aims to group the Brazilian manufacturing sectors based on technological effort indicators. To achieve this objective, the article uses multivariate techniques as principal components analysis and cluster analysis in order to reveal how the manufacturing industries could be grouped in terms of a set of variables indicating technological effort. The database used is the Brazilian Innovation Survey (PINTEC) in 2011. The main results show that the manufacturing industries can be grouped into four factors: innovative effort, “own” innovative effort, efforts in terms of developing and implementation of innovation and efforts to make innovation effective. The first two factors abovementioned explain the most of the total variance of the observed data.

Key words: sectoral taxonomy; technological effort; PINTEC 2011; multivariate analysis; Brazil.

JEL: O31, O32 e O33

Área 9 – Economia Industrial e da tecnologia

1. Introdução

A inovação é reconhecidamente uma das maiores fontes de crescimento econômico (Dietzenbacher e Los, 2002). Diferentemente dos capitais físico e humano, a tecnologia tem potencial ilimitado para ser simultaneamente adotada por diversas firmas (Shih e Chang, 2009). Isso ocorre porque seu principal insumo, o gasto em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), possui características de bens públicos, sendo não-rival e parcialmente excludente (Los e Verspagen, 2000).

A partir daí, é importante mensurar os esforços tecnológicos realizados pelas empresas e setores, levando em consideração seus diversos aspectos, como a aquisição interna e externa de conhecimento tecnológico, assim como os diversos tipos de gastos que podem ser dispendidos nas atividades inovativas. Entre eles, a compra de máquinas e equipamentos, fabricados em países desenvolvidos, se destaca como forma de aquisição de conhecimento tecnológico novo e atualização de tecnologia defasada. No Brasil, a Pesquisa de Inovação – PINTEC - 2011 estima que 73,5% das empresas inovadoras consideram a aquisição de bens de capital como de média ou alta importância para desenvolver suas inovações.

Assim, a fim de caracterizar os setores da indústria de transformação brasileira verificou-se quais grupos de setores possui comportamento semelhante em relação aos indicadores de esforço tecnológico construídos, a partir dos dados mais recentes, PINTEC 2011, a qual se refere ao triênio 2009-2011. Adicionalmente, pretende-se construir componentes que visam caracterizar os esforços tecnológicos dos setores.

¹ Professora assistente da FE/UFJF-Campus GV e Doutoranda em Economia Aplicada PPGEA/FE-UFJF

² Professor adjunto da FE/UFJF e Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2

Para tal, utiliza-se a base de dados da PINTEC, para o triênio de 2009-2011. Essa base de dados setorial tem como referência conceitual e metodológica a terceira edição do Manual Oslo e possibilita a análise das atividades de inovação tecnológica nas empresas industriais brasileiras abrangendo todo o território nacional. Nela, consideram-se dois tipos de atividades inovativas: a Pesquisa e Desenvolvimento - P&D -, e outras atividades não relacionadas com P&D, que abrange a aquisição de bens, serviços e conhecimentos externos. O quanto se dispense nestas atividades é considerado um indicador do esforço realizado pela empresa para a inovação de produto e processo.

Para caracterizar os padrões setoriais de mudança técnica serão utilizadas três técnicas de análise multivariada, a de componentes principais, a de cluster e a análise de correspondência canônica. Foram construídos indicadores a partir dos dados da PINTEC, a fim de normalizar as informações de esforço tecnológico da firma, para que assim, não se afete a robustez dos resultados.

Além da presente introdução, o estudo se divide em 5 seções. A primeira delas abrange uma revisão de literatura com um retrato da inovação no Brasil. Dessa se segue a descrição da base de dados utilizada com a caracterização dos setores brasileiros. Na quarta seção são apresentadas as metodologias utilizadas. Por fim se descrevem os resultados, para na quinta e última seção, apresentar-se a conclusão.

2. Revisão de literatura

Segundo Schumpeter (1982), a inovação seria um fator determinante para o crescimento e a dinâmica do sistema capitalista ao estimular o desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos e/ou processos tornando os setores mais eficientes. Os principais insumos utilizados no processo de inovação são os recursos humanos e o P&D (Griliches, 1979; Coe e Helpman, 1995). Assim, no modelo de função de produção do conhecimento, coloca-se o P&D como fonte do novo conhecimento econômico, além de estabelecer como insumos para a inovação medidas de capital humano.

As inovações podem ser divididas em incrementais ou radicais. A primeira se refere a alterações marginais nos produtos e/ou processos enquanto a segunda, a mudanças significativas que envolvem modificação no paradigma tecnológico vigente (Schumpeter, 1985). Ao dar destaque às inovações radicais, responsáveis pela “destruição-criadora” no sistema econômico (Schumpeter, 1942), os gastos em P&D são considerados na literatura como principal *proxy* dos esforços inovativos.

Nos últimos anos, reconheceu-se na literatura que os transbordamentos de conhecimento advindos de fontes externas podem ter impacto significativo nos processos de inovação, mudança técnica e desenvolvimento econômico (Fritsch e Franke, 2004; Cerulli e Poti, 2009). Tal fato se dá porque nenhuma organização consegue gerar internamente todo o conhecimento de que necessitam para manter um contínuo desenvolvimento tecnológico. As empresas, portanto, investem em P&D não só para inovar em produtos e processos, mas também para desenvolver e manter sua capacidade de assimilar e explorar informações disponíveis externamente (Cohen e Levinthal, 1989).

Sob essa ótica, as indústrias classificadas como de “baixa tecnologia” usufruiriam passivamente das tecnologias desenvolvidas em outros setores. Entretanto, cabe destacar que ao se limitar a essa correlação, desprezam-se outras formas de inovação e de aprendizagem. Além do P&D formal, dentro do processo produtivo existem atividades capazes contribuir para o esforço inovativo, como a aquisição de tecnologia externamente via compra de máquinas e equipamentos, mão de obra, tecnologia incorporada em produtos, entre outros.

O Manual de Oslo (OCDE, 2005) defende que a inovação abrange etapas pré-produção, métodos organizacionais novos, aquisição de conhecimentos externos e bens de capital. Além disso, o estoque de conhecimentos acumulado pelas firmas se mostram fundamentais ao processo inovativo (Dosi, 1988). Nesse contexto, a difusão se mostra tão importante quanto a inovação a medida que seu retorno social é maior que o retorno privado da firma que introduziu a inovação no mercado.

O processo de difusão pode promover um “efeito em cascata”, onde os benefícios da inovação original se alastram entre os setores. Para o setor receptor, essa tecnologia absorvida implicaria em um processo de aprendizagem, alteração na forma de produção e, em última instância, modificação do produto (Dosi, Pavitt e Soete, 1990).

Este processo dependerá da capacidade de absorção dessa tecnologia por parte da firma (Cohen e Levinthal, 1989). Segundo a OCDE (2005) o fator determinante do paradigma tecnológico

vigente das indústrias intensivas em conhecimentos é a habilidade de empregar as tecnologias disponíveis. Assim, a utilização da tecnologia incorporada seria característica tanto das firmas consideradas de alta tecnologia quanto das de baixa (Robertson, Smith e Tunzelmann, 2009).

Tem-se, portanto, a necessidade de distinção tanto da capacidade de inovação quanto da absorção da tecnologia difundida entre os setores, na caracterização das indústrias. Nesse sentido, as taxonomias setoriais se tornaram instrumento de explicação das diferenças tecnológicas interindustriais. A taxonomia de Pavitt (1984), pioneira na classificação inovativa setorial, explica os diferentes ritmos da mudança tecnológica, levando em conta conceitos tanto da corrente evolucionista, a qual vê a mudança técnica como um processo dinâmico de natureza acumulativa (Nelson e Winter, 1982), quanto de elementos da organização industrial e do debate “*technology push*” versus “*demand pull*”.

O autor classifica os setores como dominados por fornecedores, baseados em ciência, e aqueles intensivos em produção, subdividindo estes últimos em fornecedores especializados e intensivos em escala, destacando-se o caráter cumulativo do conhecimento aplicado às inovações. Posteriormente, o autor faz uma revisão dessa taxonomia, na qual, dada as tecnologias computacionais, inclui a categoria dos setores “intensivos em informação” e exclui aqueles “dominados por fornecedores” (Pavitt *et al.*, 1989).

2.1. A Inovação no Brasil

Uma das características do sistema de inovação brasileiro é o baixo envolvimento das firmas industriais com inovação e a pequena capacidade de realização de P&D (De Negri, Salerno e Castro, 2005). As raízes históricas desse traço da indústria nacional devem-se, em parte, ao processo de substituição de importações, que limitou ou impediu a concorrência externa. Como consequência dessa proteção, diminuiu o uso da inovação como estratégia competitiva pelas empresas domésticas (Zucoloto e Toneto Junior, 2005).

Adicionalmente, o modelo de industrialização baseou-se na atração de empresas multinacionais, as quais não consideravam como prioridade o desenvolvimento tecnológico *in loco*, já que apenas adaptavam produtos e tecnologias oriundas de suas matrizes no exterior (Fransman, 1985). A aquisição de produtos e tecnologias do exterior, passou a caracterizar a economia brasileira, o que era também um traço comum a outras economias latino-americanas (Katz e Bercovich, 1993; Dahlman e Frischtak, 1993).

Por conseguinte, quando ocorreu a abertura comercial, o Brasil já havia estabelecido uma estrutura industrial estagnada e sem incentivo à inovação e à diferenciação de produtos (De Negri, Salerno e Castro, 2005). Além disso, entre 1980 e 1994, período em que o Brasil sofreu com desequilíbrios macroeconômicos, poucas fábricas novas conseguiram se estabelecer, bem como escassas tecnologias inovadoras foram introduzidas no ambiente produtivo (Castro, 2003).

Nos últimos anos, apesar de a indústria brasileira estar entre as maiores e mais diversificadas dos países em desenvolvimento, as exportações de produtos nacionais ainda possuem baixo teor tecnológico, sendo caracterizadas por elevado peso das *commodities* intensivas em mão de obra e recursos naturais. O país, contudo, se distingue dos outros países em desenvolvimento, uma vez que se insere nas exportações de média intensidade tecnológica, a partir de inovação de produto. Em relação as inovações de processo, o Brasil se destaca ao exportar produtos de alta intensidade tecnológica, apesar de essas ainda serem dependentes da incorporação de máquinas e equipamentos e de outros componentes que não são produzidos internamente (De Negri, 2005).

Assim, a industrialização brasileira seguiu uma dinâmica tradicional de aproveitamento de economias de escala e de aglomeração, e concentração das atividades produtivas. Sendo assim, apesar dos mais de 5 mil municípios brasileiros, apenas 250 deles representavam cerca de 70% do pessoal ocupado e mais de 85% do valor adicionado e das exportações da indústria em 2003. No caso das firmas tecnológicas, a concentração se mostra mais evidente, 98% do total do valor da transformação industrial das firmas que inovam e diferenciam produtos são realizados nos 250 municípios de maior atividade industrial (De Negri, Salerno e Castro, 2005).

Em comparação com os países desenvolvidos, países em desenvolvimento como o Brasil não foram capazes de internalizar o desenvolvimento tecnológico de setores da fronteira do

conhecimento, assumindo um caráter passivo e dependente da importação de tecnologia nos seus processos inovativos (Viotti, 2001). Uma análise do triênio 1998-2000 por Campos (2005) comprovou as limitações da indústria brasileira no que se refere ao desempenho inovativo em comparação com outros países, Viotti, Baessa e Koeller (2005) constataram ainda uma taxa de inovação da indústria brasileira significativamente menor em relação a observada na indústria dos países europeus.

A concentração da inovação em alguns setores da indústria brasileira configurou-se um entrave para a consolidação do Sistema Nacional de Inovação Brasileiro. Furtado e Quadros, (2006) ao observar que, com poucos recursos destinados ao P&D interno, o principal investimento em inovação por parte dos setores brasileiros se destina a aquisição de máquinas, constataram que a indústria possui um perfil de inovação voltado para o acompanhamento/modernização tecnológica.

Assim, observa-se que o esforço tecnológico industrial nacional é limitado na maioria dos setores (Zucoloto e Toneto Junior, 2005), havendo, em comparação com países da OCDE, diferenças estruturais nos padrões de esforço tecnológico dos setores brasileiros, tanto em relação a gastos de P&D e quanto de capital humano (Furtado e Carvalho, 2005).

Santos (2012) descreve uma forte heterogeneidade da indústria nacional ao se considerar os esforços inovativos, sendo essa atribuída às diferenças tecnológicas existentes e, principalmente, a concentração do esforço inovador em algumas empresas. Por exemplo, em 2005 as empresas com mais de 500 funcionários representaram aproximadamente 92% de todo o investimento em P&D interno e externo observado na indústria (Alves e De Negri, 2009).

Em parte, isso se deve à presença de multinacionais na economia brasileira. De acordo com Viotti, Baessa e Koeller (2005), com exceção do setor de fumo, as multinacionais estão concentradas em setores tecnologicamente mais avançados, com taxas de inovação que são quatro vezes maiores que as dos setores tradicionais. Isso, em grande medida, define o padrão de inovação da indústria brasileira, em termos de gastos de P&D internos e acesso a tecnologias atualizadas por meio de transferências tecnológicas.

Os autores destacam ainda que se por um lado, em setores mais avançados tecnologicamente, as multinacionais transferem tecnologias de suas matrizes baseadas num grupo selecionado de tecnologias de produção já existentes nos países desenvolvidos, por outro, em setores tradicionais ou intensivos em recursos naturais, essas empresas tendem a realizar maiores esforços inovativos.

Segundo estudo divulgado pelo Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial - IEDI (2011) sobre o perfil da ciência e tecnologia no Brasil, em relação a países da OCDE, o país seria marcado por: baixa intensidade do P&D, baixo nível de recursos humanos na área de ciência e tecnologia, baixo desempenho da produção de patentes e reduzido nível de empresas executando inovação de produtos e/ou colaborando na realização de inovação. Apesar disso, o Brasil apresenta uma crescente produção científica e um alto número de doutores *per capita*.

No caso da indústria brasileira ocorre uma substituição da atividade inovativa por importações, as firmas utilizam deste mecanismo para elevar sua competitividade no mercado externo (Santana, Cavalcanti e Bezerra, 2011). Dados da PINTEC 2011 (2014) referente ao triênio 2009-2011, corroboram afirmativa de Pavitt (1984) de que os setores tradicionais usufruíam de inovações produzidas em outros setores ao mostrar que no caso brasileiro cerca de 54% do total de gastos em atividades inovativas pelos setores corresponde a fontes externas, sendo 46,9% referente aquisição de máquinas e equipamentos, 4,4% a aquisição externa de P&D e 2,8% aquisição de outros conhecimentos externos. Tais gastos são considerados de alta ou média importância para a inovação por 95,8% da indústria.

Apesar disso, nos setores brasileiros 30,8% dos gastos com inovação correspondem a gastos com P&D interno. Observa-se que 35,6% das empresas presentes na pesquisa da PINTEC 2011 são inovadoras, retração em relação a PINTEC 2008 na qual caracterizava-se 38,1% das empresas como inovadoras. Na indústria brasileira 18,9% das empresas inovam somente processo, 13,4% inovam produto e processo e 3,9% somente produto.

De fato, as firmas industriais brasileiras, quando agrupadas por estratégia inovadora, mostram pequena frequência do uso de estratégia competitiva por meio de inovação. Segundo, De Negri,

Salermo e Castro (2005), apenas 1,7% do total das empresas brasileiras inovavam e diferenciavam produtos no início da década de 2000. Aproximadamente 21,3% do total, eram consideradas; empresas especializadas em produtos padronizados, que adotavam prioritariamente inovações de processo para se atualizarem em termos tecnológicos. O restante, cerca de 77%, correspondia a firmas que inovavam em produto ou processo e que englobavam empresas não-exportadoras e com baixa produtividade. Estas últimas correspondiam a apenas 11,5% do faturamento e a 38,2% da mão de obra ocupada na indústria, enquanto que as firmas correspondentes à primeira categoria representavam 25,9% do faturamento industrial e 13,2% do emprego gerado. É importante destacar ainda que as firmas que inovavam e diferenciavam produtos possuíam pessoal com maior escolaridade média, tempo médio de permanência na firma e média salarial que as firmas das outras categorias (De Negri, Salermo e Castro, 2005).

Cabe destacar que no Brasil, com o amadurecimento da indústria nacional e o crescimento de sua participação no mercado mundial, fez-se necessário o aumento do investimento em conhecimento tecnológico, para assim, manter sua eficiência e competitividade. Em relação a 2005, observou-se um aumento tanto do gasto em atividade inovativa quanto da proporção desse gasto destinada ao P&D, por parte das firmas brasileira.

A partir do que se apontou acima, tal como argumentam Arocena e Sutz (2003), deve-se considerar as singularidades observadas nos países em desenvolvimento quando se pretende analisar conhecimento, inovação e aprendizado. Pavitt (1984) e Malerba e Orsenigo (1996), trabalhos centrais na discussão sobre as características tecnológicas e inovativas das indústrias, respaldam que, mesmo num contexto de diferenças institucionais entre os setores, bem como entre as firmas de uma mesma indústria, as características específicas de cada indústria derivada de seus regimes tecnológicos devem ser consideradas.

Assim, dadas as especificidades dos setores industriais brasileiros quanto à inovação, e a necessidade de se considerar outros fatores caracterizadores do esforço inovativo, além do gasto em P&D, a próxima seção é estruturada no sentido de construir diferentes indicadores de esforço tecnológico setoriais.

3. Descrição da Base de dados

Visando construir os indicadores de esforço tecnológico, utilizar-se-á a PINTEC 2011 divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE- referente ao período 2009-2011. Essa base de dados com classificação setorial com baseada na Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 2.0 – tem como referência conceitual e metodológica a terceira edição do Manual Oslo, o qual considera que a inovação de produto e processo consiste na implementação de produtos (bens ou serviços) ou processos novos ou substancialmente aprimorados.

Assim, os dados disponibilizados se mostram compatíveis com as recomendações internacionais possibilitando a análise das atividades de inovação tecnológica nas empresas industriais brasileiras que empregam dez ou mais funcionários. A PINTEC abrange a totalidade do território nacional e estende-se a todas as firmas ativas que possuem registro no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda - CNPJ, e que estão classificadas no CEMPRE (Cadastro Central de Empresas) do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) como industrial.

Nela consideram-se dois tipos de atividades inovativas: a Pesquisa e Desenvolvimento - P&D - que consiste em pesquisa básica, aplicada ou desenvolvimento experimental; e outras atividades não relacionadas com P&D, que abrange a aquisição de bens, serviços e conhecimentos externos. O quanto se dispense nestas atividades é considerado um indicador do esforço realizado pela empresa para a inovação de produto e processo.

Considerar-se-á no presente estudo as variáveis de P&D e aquisição externa de P&D e de conhecimento externo, compra de máquinas e equipamentos, treinamento, e gastos com a comercialização de produto novo ou aperfeiçoado. A variável de aquisição de outros conhecimentos externos compreende os acordos de transferência de tecnologia, aquisição de *know-how* e outros tipos de conhecimentos técnico-científicos de terceiros, utilizados no desenvolvimento ou realização de inovações pela empresa.

Uma das principais fontes de inovação da firma é a aquisição de máquinas e equipamentos. Nesta pesquisa essa medida engloba a compra de máquinas, equipamentos, hardware, adquiridos com o objetivo de implementar uma inovação. Em relação a treinamento para implementar inovação especificamente, este compreende o treinamento dirigido ao desenvolvimento de novos produtos/processos ou aprimoramento dos já existentes e relacionado às atividades inovativas da empresa. O gasto com a introdução das inovações tecnológicas no mercado, por sua vez, inclui as atividades de comercialização, diretamente ligadas ao lançamento de produto novo ou aperfeiçoado.

Como a maioria das técnicas aplicadas no presente estudo são influenciadas pela escala das variáveis, foram construídos indicadores do esforço tecnológico das empresas, por setor, baseado em Gonçalves e Simões (2005), a fim de normalizar os dados retirados da PINTEC. Esses indicadores estão descritos no quadro 1 que se segue.

Quadro 1: Definição dos indicadores de esforço tecnológico

Sigla	Indicador
GFAT	Gasto total em atividades inovativas em relação ao total da receita líquida do setor
PDFAT	Gasto em P&D interno em relação ao total da receita líquida do setor
GPROP	Gasto setorial total em atividades inovativas em relação ao total da indústria de transformação
MAQPROP	Gasto em máquina e equipamentos pelo setor em relação ao total da indústria de transformação
PDPROP	Gasto com P&D pelo setor em relação ao total da indústria de transformação
TREPROP	Gasto em treinamento pelo setor em relação ao total da indústria de transformação
INTPROP	Gasto com introdução das inovações no mercado em relação ao total da indústria de transformação
OUTEXTPROP	Gasto com aquisição de outros conhecimentos externos em relação ao total da indústria de transformação
PDEXTPROP	Gasto com aquisição externa de P&D em relação ao total da indústria de transformação
PROJPROP	Gasto com projeto industrial e outras preparações em relação ao total da indústria de transformação
SOFPROP	Gasto com aquisição de software em relação ao total da indústria de transformação
PDG	Gasto em P&D em relação ao total de gasto com inovação
MAQG	Gasto em máquina e equipamentos pelo setor em relação ao total de gasto com inovação
TREG	Gasto em treinamento pelo setor em relação ao total de gasto com inovação
INTG	Gasto com introdução das inovações no mercado em relação ao total de gasto com inovação
OUTG	Gasto com aquisição de outros conhecimentos externos em relação ao total de gasto com inovação
PDEXTG	Gasto com aquisição externa de P&D em relação ao total de gasto com inovação
PROJG	Gasto com projeto industrial e outras preparações em relação ao total de gasto com inovação
SofG	Gasto com aquisição de software em relação ao total de gasto com inovação
IIPD	Número de pessoas alocadas em P&D em relação ao total de empregados do setor registrado na Pesquisa Industrial Anual estimado a partir dos dados da amostra da Pesquisa Industrial Anual - Empresa 2008 e da Pesquisa Anual de Serviços 2008.

Fonte: Elaboração própria baseada em Gonçalves e Simões (2005).

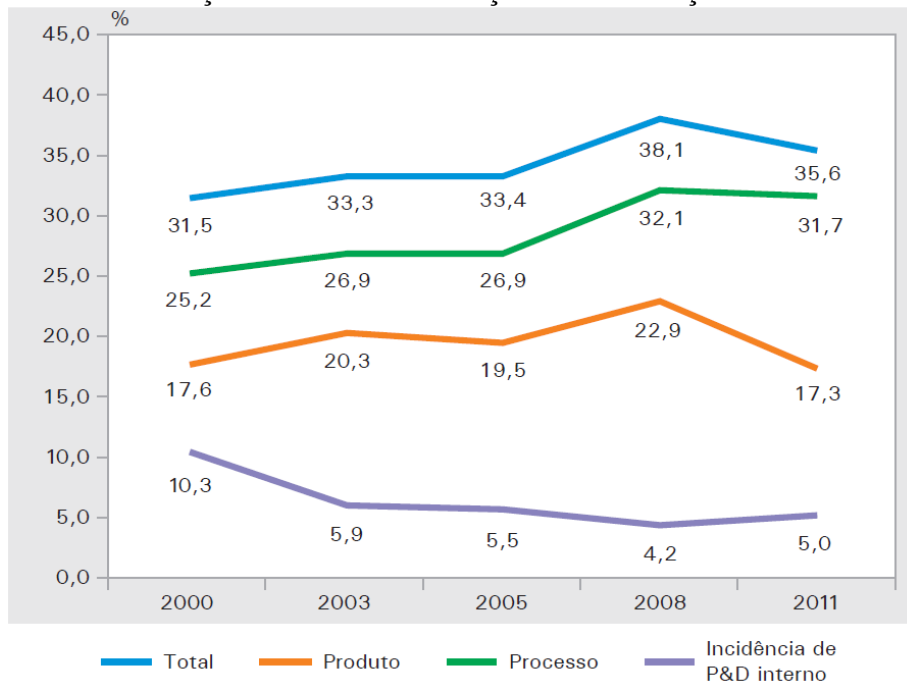
3.1. Caracterização dos setores Brasileiros

Dada a utilização de dados referentes ao triênio 2009-2011, vê-se necessária uma caracterização da situação da indústria nesse período. Esse triênio apresenta uma conjuntura menos favorável à inovação devido à retração econômica observada no período. O início do período analisado é marcado por uma retração econômica puxada pela crise econômica mundial, iniciada nos Estados Unidos no ano anterior. Assim, observa-se uma queda no PIB e no valor adicionado da indústria de transformação em relação ao ano anterior em torno de 0,3% e 8,7%. Enquanto o ano de 2010 é marcado por uma recuperação da economia nacional, com uma elevação no PIB e no valor adicionado em 7,5% e 10% respectivamente, 2011 tem-se uma estabilização desses índices que ficam na casa dos 2,7% e 0,1. Assim, apesar de haver uma possível queda no nível de inovação em relação ao triênio anterior cabe destacar que a apreciação cambial observada no período pode ter impulsionado a modernização tecnológica da indústria via aquisição externa de tecnologia.

O gráfico 1 abaixo demonstra que apesar de ter ocorrido uma redução contínua no P&D realizado entre as empresas inovadoras brasileiras houve um aumento de todos dos tipos de inovação

entre 2000 e 2008. Tal resultado provavelmente é puxado pela aquisição de conhecimento tecnológico a partir de fontes externas. Observando-se contudo uma queda das taxas de inovação apenas no triênio de 2011, provavelmente associada à retração da economia no período.

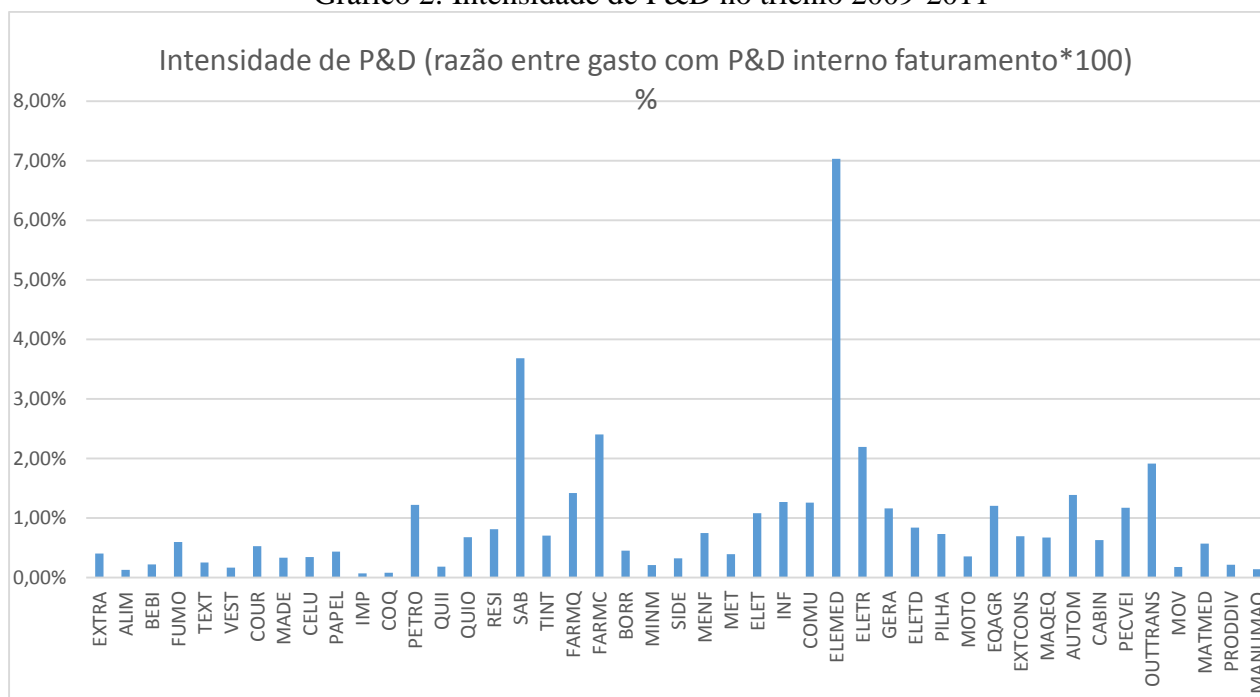
Gráfico 1: Evolução das taxas de inovação e da realização de P&D interno



Fonte: IBGE 2011

Ao focar na intensidade de P&D dos setores brasileiros observa-se que os que mais exercem esse tipo de atividade inovativa é o Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos seguido do de Fabricação de sabões, detergentes e produtos de limpeza. Os outros setores com expressivo investimento em P&D interno são: Fabricação de outros equipamentos de transporte, provavelmente puxado pela EMBRAER; Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos; e Fabricação de produtos farmacêuticos. Cabe ressaltar contudo que a volume do faturamento gasto com esse tipo de atividade ainda é muito baixo em todos os setores, daí a dificuldade de geração de conhecimento interno em grande escala na economia brasileira.

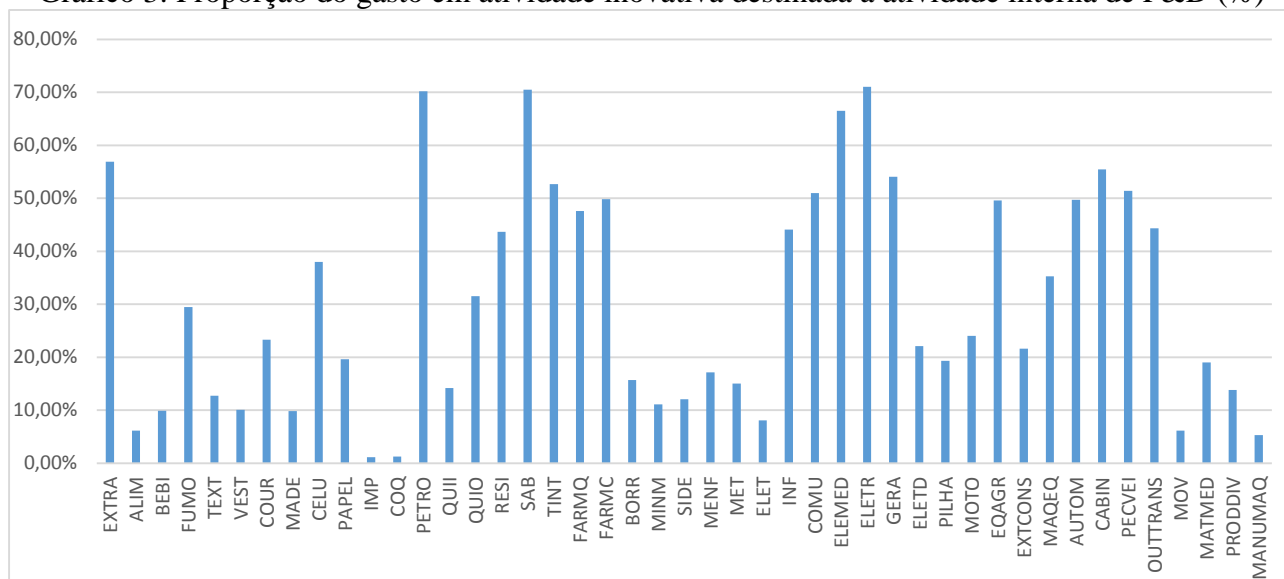
Gráfico 2: Intensidade de P&D no triênio 2009-2011



Fonte: Elaboração própria a partir da PINTEC 2011

Ao se comparar a proporção dos gastos com inovação que se referem à P&D internas à firma e a razão que se destina à aquisição de máquinas e equipamentos (gráficos 3 e 4), observa-se a dependência da indústria nacional em relação a esse conhecimento externo. Em média, 46% do total gasto com atividade inovativas se refere à aquisição de máquinas e equipamentos, enquanto que apenas 30% se refere às atividades internas de P&D.

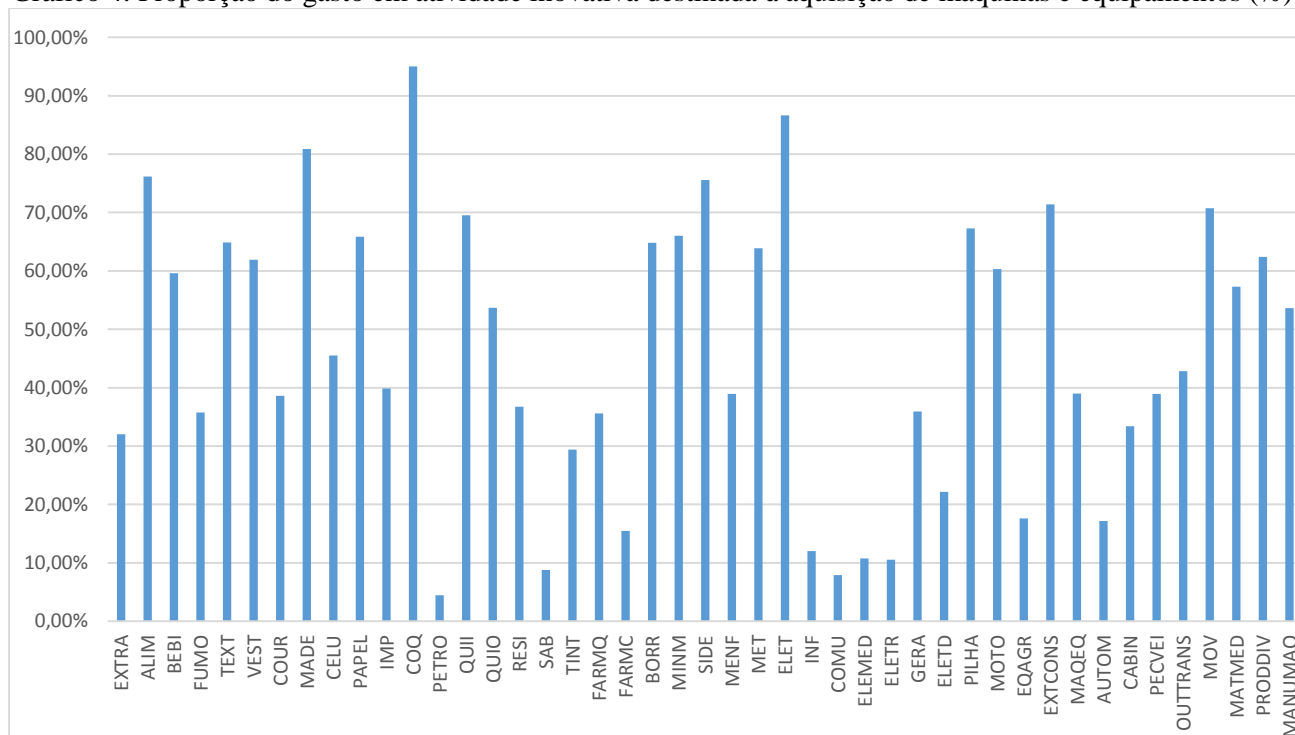
Gráfico 3: Proporção do gasto em atividade inovativa destinada a atividade interna de P&D (%)



Fonte: Elaboração própria a partir da PINTC 2011

Enquanto o setor de Fabricação de componentes eletrônicos e o de Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos são os que mais investem em atividade inovativa (P&D interno), os que mais compram conhecimento incorporado em bens capital são Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros), setor altamente puxado pela Petrobrás, e Fabricação de componentes eletrônicos (Gráfico 4).

Gráfico 4: Proporção do gasto em atividade inovativa destinada à aquisição de máquinas e equipamentos (%)



Fonte: Elaboração própria a partir da PINTC 2011

4. Metodologia

A fim de agrupar o máximo possível da informação contida nas variáveis originais disponíveis na PINTEC utilizar-se-á a técnica de componentes principais. Nessa, transforma-se um conjunto de variáveis original em outro conjunto, chamado de componentes principais, esses sendo combinações lineares não correlacionadas entre si das variáveis originais. Os componentes principais são estimados de forma a captar o máximo de variação total dos dados e ordenados pela parcela da informação total que cada um retém. Assim, o processo de estimação é tal que cada componente capta o máximo da variância disponível, ou seja, o primeiro componente capta o máximo de variância, o segundo capta o máximo possível do restante de variância, e assim sucessivamente.

Ao aplicar o método pode-se conseguir um número de componentes igual ao de variáveis originais, contudo o objetivo é de que a informação contida nas n -variáveis originais seja substituída pela informação contida em k ($k < n$) componentes principais. A partir daí, consegue-se uma redução do número de variáveis a ser avaliadas mantendo-se a maior parte das informações da amostra. A variabilidade do vetor aleatório das n variáveis originais é aproximada pela variabilidade do vetor aleatório dos k componentes principais, obtendo-se os componentes principais a partir da decomposição da matriz de covariâncias do vetor aleatório original.

Algebricamente, as variáveis originais X_i são combinadas linearmente formando Z_i componentes ($i=1, 2, \dots, p$) não-correlacionados. Tem-se, portanto:

$$Z_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ip}X_p \quad (1)$$

sujeito à condição de que Z seja escolhido de forma que sua variância seja máxima:

$$a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + \dots + a_{ip}^2 = 1 \quad (2)$$

Tomando a matriz de covariância das variáveis X_i , representada por S ,

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \\ s_{p1} & s_{p2} & & s_{pp} \end{bmatrix} \quad (3)$$

em que cada s_{ii} representa a variância das variáveis X_i e cada s_{ij} a covariância entre as variáveis X_i e X_j ($i \neq j$). Os autovalores desta matriz representam as variâncias dos componentes principais e seus autovetores associados são os coeficientes $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ip}$, os quais maximizam a variância do componente Z_i . A partir desta matriz é possível então obter as variâncias associadas a cada componente e os coeficientes das combinações lineares.

Dado que as variâncias dos componentes Z_i (representadas por λ_i) correspondem à maximização das variâncias das variáveis X_i , (representadas por s_{ii}), a soma das variâncias de todas as variáveis originais é igual à soma da variância de todos os componentes.

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p = s_{11} + s_{22} + \dots + s_{pp} \quad (4)$$

Como os componentes são ordenados pela parcela da variância total que cada um explica, λ_1 retém a maior variância das variáveis. Para encontrar cada um dos coeficientes que maximizam a variância de Z_i , tem-se que:

$$\text{var}(Z_1) = \sum_{i,j=1}^p a_{i1}a_{j1}(X_iX_j) - \sum_{i,j=1}^p a_{i1}a_{j1}(X_i)(X_j) \quad (5)$$

$$\text{var}(Z_1) = \sum_{i,j=1}^p a_{i1}a_{j1}s_{ij} \quad (6)$$

$$\text{var}(Z_1) = A'_1SA_1 \quad (7)$$

em que A_i e o vetor de coeficientes a_{ij} .

Maximizando a equação anterior sujeito a $A'_1 A_1 = 1$:

$$A'_1 S A_1 - \lambda_1 (A'_1 A_1 - 1) \quad (8)$$

diferenciando e rearranjando tem-se:

$$S A_1 - \lambda_1 A_1 = 0 \quad (9)$$

$$(S - \lambda_1 I_p) A_1 = 0 \quad (10)$$

Assim, os autovalores λ_i são correspondentes dos autovetores A_i .

$$\text{var}(Z_1) = A'_1 S A_1 = \lambda_1 \quad (11)$$

A técnica de componentes principais é aqui complementada pela análise de cluster. Esta, de natureza exploratória, é usada para determinar a dimensionalidade, identificar valores extremos (outliers) e sugerir relações entre as variáveis. As observações são agrupadas com base na sua proximidade, indicada por medidas de distância, geralmente euclidianas e as variáveis agrupadas com base em coeficientes de correlação ou medidas de associação.

De forma genérica, a análise de *cluster* abrange cinco passos (Aaker *et al.*, 2001): selecionar os indivíduos ou a amostra a ser agrupada; definir variáveis a partir das quais os indivíduos serão agrupados; definir uma medida de semelhança ou distância entre os indivíduos; escolher um algoritmo de partição/classificação; e, por último, validar os resultados.

Duas abordagens comuns para o agrupamento do vetor de observações são o hierárquico e partição. Ao realizar um agrupamento hierárquico, inicia-se com n clusters, um para cada observação, e termina-se com um único cluster contendo as n observações. A cada passo, uma observação ou um grupo de observações é incorporado dentro de outro cluster. O agrupamento hierárquico cria conjuntos de clusters hierarquicamente relacionados. Na partição, dividem-se as observações em g clusters.

O presente estudo se baseará no cluster hierárquico e aglomerativo, ou seja, utilizar-se-á um algoritmo que predetermina o número de grupos e objetos. Estes são sucessivamente agrupados de acordo com sua semelhança até que, à medida que a similaridade diminua, todos os subgrupos formem um único grupo. Os resultados serão apresentados num diagrama bidimensional denominado de dendograma, que mostra as sucessivas uniões de objetos e subgrupos a cada estágio.

O método hierárquico aglomerativo se divide principalmente no método de ligação simples (mínima distância ou vizinho mais próximo), ligação completa (máxima distância ou vizinho mais distante), ligação média (distância média), do centroide e de Ward. O método de Ward se baseia na mudança de variação entre e dentro dos grupos formados em cada passo, Método de Mínima Variância. Em cada passo do algoritmo de agrupamento, os 2 subgrupos que minimizam a distância quadrada calculada entre os clusters são combinados. Os resultados desse serão apresentados na próxima seção.

A fim de explorar de forma mais completa os dados fez-se uma análise de correlação canônica. Esta, por sua vez, tenta descrever as relações entre dois conjuntos de variáveis facilitando o estudo das correlações entre um conjunto de múltiplas variáveis dependentes e múltiplas independentes. Ao avaliar as relações lineares entre 2 conjuntos de variáveis a análise visa resumir a informação de cada conjunto de variáveis-resposta em combinações lineares, sendo a escolha dos coeficientes feita pelo critério de maximização da correlação entre os conjuntos de variáveis-resposta. Portanto, essa análise refere-se às correlações entre as variáveis canônicas, ou seja, entre as combinações lineares dos conjuntos de variáveis, de forma que a correlação entre essas combinações seja máxima.

O problema estatístico consiste em estimar a máxima correlação entre combinações lineares das variáveis X e Y, bem como estimar os respectivos coeficientes de ponderação das características em cada combinação linear. Para auxiliar na interpretação e análise das variáveis canônicas apresentar-se-á: a *canonical loadings* (matriz canônica de estruturação fatorial) a qual representa as correlações das variáveis canônicas com as variáveis originais; e a proporção da variância total explicada pelas variáveis canônicas separadamente.

5. Resultados

A partir dos dados da PINTEC referente ao triênio 2009-2011, agrupou-se os índices de dispêndio com atividades inovativas através da análise de componente principais. Posteriormente, a fim de verificar os agrupamentos dos setores dadas essas variáveis, fez-se uma análise de cluster hierárquico. Tais resultados estão seguidos de uma análise da correlação entre as variáveis agrupadas em esforço interno em atividades inovativas e aquele adquirido externamente. Essa última análise é feita a partir do método de Correlação Canônica. As descrições desses resultados seguem nas próximas seções.

5.1. Análise de componentes principais

A Tabela 1 mostra a contribuição individual e acumulada dos componentes principais além dos autovalores e das diferenças de explicação entre os componentes. Observa-se que os 4 primeiros componentes juntos explicam 72,16% da variância total e que a diferença entre o quarto e o quinto componente é de apenas 0,3058. Dessa forma, opta-se por se utilizar nas análises posteriores apenas os quatro primeiros componentes.

Tabela 1: Importância dos componentes

Componente	Variância Explicada		Variância acumulada (%)	Diferença
	Autovalores	(%)		
Comp1	4,46865	24,83	24,83	0,25035
Comp2	4,21831	23,44	48,26	1,50976
Comp3	2,70854	15,05	63,31	1,11497
Comp4	1,59358	8,85	72,16	0,30589
Comp5	1,28768	7,15	79,32	0,22898
Comp6	1,05870	5,88	85,20	0,30408
Comp7	0,75462	4,19	89,39	0,05704
Comp8	0,69758	3,88	93,26	0,19427
Comp9	0,50331	2,80	96,06	0,27916
Comp10	0,22415	1,25	97,31	0,04879
Comp11	0,17536	0,97	98,28	0,03078
Comp12	0,14458	0,80	99,08	0,06940
Comp13	0,07517	0,42	99,50	0,02720
Comp14	0,04798	0,27	99,77	0,02396
Comp15	0,02401	0,13	99,90	0,00985
Comp16	0,01417	0,08	99,98	0,01057
Comp17	0,00360	0,02	100	0,00360
Comp18	0	0	100	.

Fonte: Elaboração própria com base no software Stata.

A Tabela 2 traz efetivamente os resultados do método dos componentes principais sobre os índices de esforços tecnológicos construídos. O primeiro componente que explica 24,83% da variância é composto pelas variáveis que medem a participação dos gastos com atividades inovativas em relação ao total da indústria. Esse componente separa, portanto, os setores com maior proporção de gasto setorial em atividades inovativas (GPROP) e em P&D interno (PDPROP), P&D externo (PDEXTPROP), aquisição de outros conhecimentos externos (OUTEXTPROP), aquisição de

software (SOFPROP) e introdução das inovações tecnológicas no mercado (INTPROP). Esse componente pode ser denominado de *esforço inovativo*.

Tabela 2. Coeficientes dos componentes principais

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
GFAT			-0.3657	
PDFAT		0.3271	-0.3166	
GPROP	0.4395			
PDPROP	0.3680			
INTPROP	0.3580			
PDEXTPROP	0.3150			
OUTEXTPROP	0.3136			
PDG		0.4039		
MAQG		-0.3948		
TREG			0.3453	
IIPD		0.3539		
PROJPROP				0.4740
PROJG				0.6816
SOFG			0.4438	
SOFPROP	0.3066			

Obs: os valores omitidos situavam-se abaixo de 0,30 em valor absoluto e as variáveis omitidas não pertenceram a um dos quatro primeiros componentes.

Fonte: Elaboração própria com base no software Stata.

O segundo componente, o qual explica 23,44% da variabilidade dos dados, será aqui denominado, como em Gonçalves e Simões (2005), *esforço inovador próprio*. Assim como em seu estudo, esse componente separa os setores que desenvolvem internamente sua tecnologia via esforço interno de P&D daqueles que compram a tecnologia pronta. Como na tabela 2 tem-se intensidade do gasto na aquisição de máquinas e equipamentos com coeficiente negativo, e as variáveis de P&D interno (variáveis de intensidade de gasto em P&D, PDFAT e PDG, e proporção de trabalhadores alocados na área de P&D, IID) com sinal positivo, verifica-se que o componente separa os setores com alto grau de dependência de bens de capital para inovação, ou seja, alta intensidade desse tipo de gasto inovativo, dos que produzem seu conhecimento tecnológico via gasto com P&D.

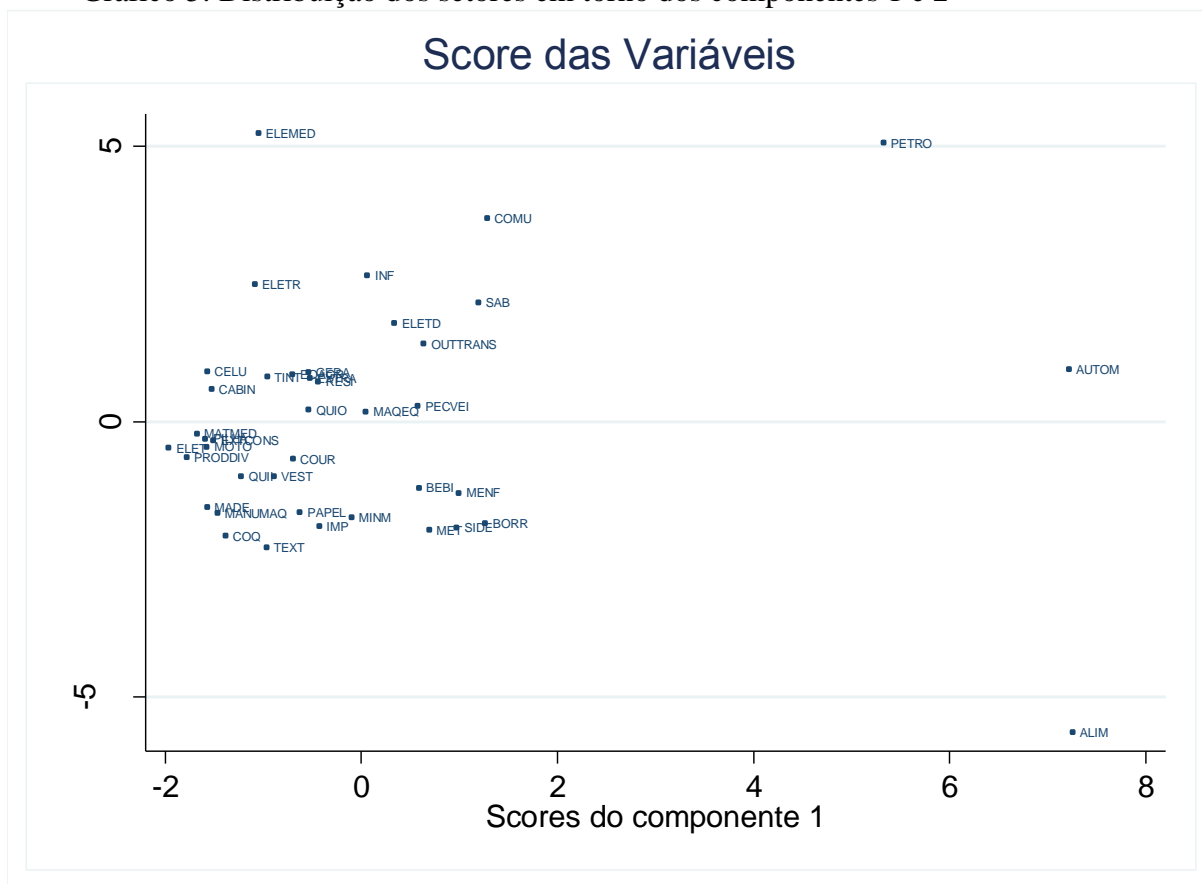
O terceiro componente é responsável por 15,05% da inércia do conjunto de informações. Nele, os setores que possuem alta intensidade de gasto com atividades inovativas e especificamente com P&D interno (GFAT e PDFAT, respectivamente) opõem-se aos que dispõem muitos recursos em treinamento para o desenvolvimento de inovação (TREG) e em softwares para a implementação da inovação (SOFG). Assim, esse componente pode ser denominado de *esforço de desenvolvimento e implementação da inovação*, separando os setores que necessitam desenvolver um conhecimento tecnológico internamente daqueles que por já possuírem estoque de conhecimento tecnológico dispõem seus recursos no efetivo desenvolvimento e implementação da inovação.

O último componente, o quarto, corresponde a 8,85% da variância dos dados. Por ser composto pelas variáveis de intensidade de procedimentos e preparações técnicas para efetivar a implementação da inovação (PROJG e PROJPROP), pode ser classificado como *esforço para efetivar a inovação*.

Ao considerar a distribuição dos setores entre os dois principais componentes, os quais explicam 48% da variância, o gráfico 5 mostra no quadrante inferior esquerdo setores como Fabricação de produtos têxteis (TEXT), Confecção de artigos do vestuário e acessórios (VEST), Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro (COUR), Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel (PAPEL). Tais setores apresentam um score dos dois componentes de esforço com inovação um pouco abaixo de zero, o que é coerente com a classificado dada por Pavitt (1984), de que esses seriam setores tipicamente “dominados pelos fornecedores”, ou seja, teriam baixo esforço de produção do conhecimento via P&D. Essa evidência também está de acordo com a encontrada por

Campos e Ruiz (2009) que afirmam que esses setores possuem fonte de inovação externa, principalmente a partir de máquinas e equipamentos.

Gráfico 5: Distribuição dos setores em torno dos componentes 1 e 2



Fonte: Elaboração própria com base no software Stata

O quadrante superior direito, por sua vez, é marcado por setores com alta intensidade de esforço com inovação como Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza (SAB), Fabricação de outros equipamentos de transporte (OUTTRANS), Refino de petróleo (PETRO) e Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários (AUTOM). Cabe destacar que esses dois últimos, por estarem bem acima no quadrante superior, apresentam um *esforço inovativo* e *esforço inovador próprio*, bem acima dos outros setores. Esses setores, classificados como “intensivos em produção” buscam por inovação internamente e externamente, em alta intensidade.

Enquanto o setor de Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos (ELEMED) possui um baixo *esforço inovativo* mas um alto *esforço inovador próprio*, o setor de Fabricação de produtos alimentícios (ALIM) possui comportamento contrário, baixo esforço inovador próprio mas um alto nível de atividades inovativas. Tal fato caracteriza o setor ELEMED como gerador de conhecimento tecnológico, o que é coerente com o apontado por Campos e Ruiz (2009) que afirmam que esse setor possui alta intensidade de P&D interno. Já o setor de alimentos estaria em processo de importação desse conhecimento por vias externas, o que é coerente com a classificação de Pavitt (1984) que inclui esse setor em “dominados por fornecedores”. O setor ELEMED é incluído na classificação de “fornecedores especializados”.

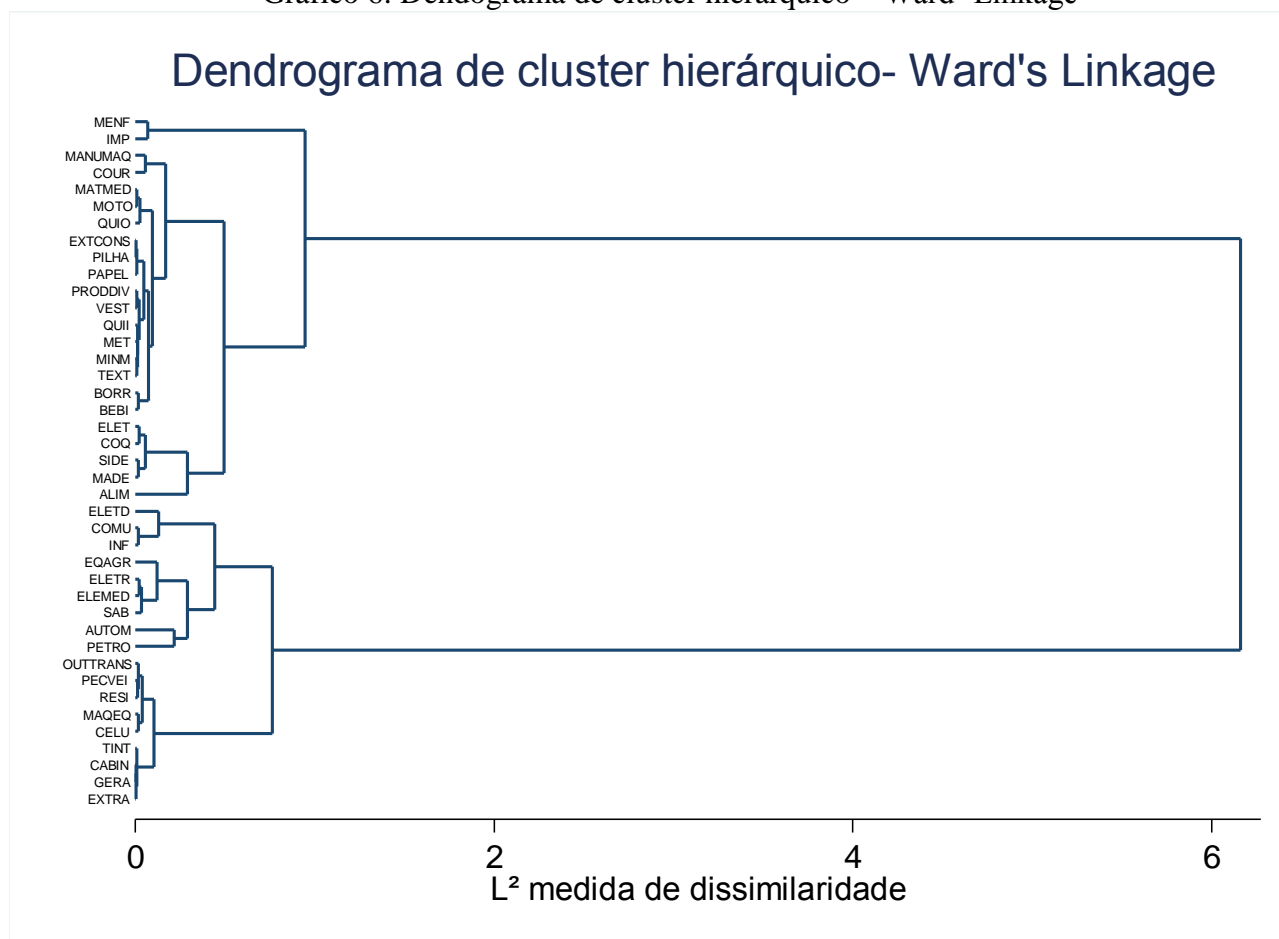
A fim de agrupar os setores, realizou-se a técnica de agrupamento hierárquico aglomerativo pelo método de Ward descrito abaixo.

5.2. Análise de cluster

Construíram-se os clusters a partir do método de ligação de Ward e no presente estudo pode-se observar no gráfico 6 a formação de 5 agrupamentos. Ao limitar o número de agrupamentos para cinco consegue-se visualizar que o primeiro corresponde principalmente ao setor de fabricação de outros equipamentos de transporte (OUTTRANS), enquanto o segundo possui como principal componente o setor de fabricação de eletrodomésticos (ELETD). O terceiro cluster é representado

pelos setores de fabricação de componentes eletrônicos (ELET) e o quarto pelo de manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos (MANUQAQ), ao mesmo tempo em que o quinto, e último, é representado pelo setor de metalurgia de metais não-ferrosos e fundição (MENF).

Gráfico 6: Dendrograma de cluster hierárquico – Ward' Linkage



Fonte: Elaboração própria com base no software Stata.

Consegue-se perceber a distinção de 5 grandes ramos, o primeiro e o segundo com 9 setores cada, correspondendo a 22% da amostra cada, o terceiro com 5 setores corresponde a 12% da amostra, o quarto e mais significativo com 39%, e o último com dois setores corresponde a 5% da amostra. Como todos os agrupamentos ocorrem entre a distância 0 e 2 pode-se destacar grande distinção entre os clusters, uma vez que há saltos grandes nas distâncias entre as classes.

Ao analisar os clusters em dois grandes agrupamentos, um com os dois primeiros ramos, correspondendo a 44% da amostra, e o segundo com os três últimos, correspondendo aos 56% restantes, percebe-se uma separação clara entre os setores com alto investimento em inovação, daqueles setores “dominados por fornecedores” e de baixa intensidade de conhecimento tecnológico.

Como pode ser observado pela tabela 3, o primeiro cluster possui como principal atividade inovativa a intensidade de aquisição de máquinas e equipamentos (MAQG) e intensidade de P&D interno (PDG). Os setores que formam esse cluster são similares aos setores do grupo encontrado por Campos e Ruiz (2009), com base em PINTEC de edições anteriores, o qual, segundo Pavitt (1984), é classificado como “fornecedores especializados”. Esses correspondem a setores com alta intensidade de P&D interno e de aquisição de máquinas e equipamentos como fonte de conhecimento tecnológico. Ao se observar a distribuição desses setores nos componentes, nota-se que, em sua maioria, possuem scores positivos tanto de esforço inovativo quanto de esforço inovador próprio.

No segundo cluster, os setores além de adquirirem muitos bens de capital destinam boa parte do seu gasto com inovação em procedimentos e preparações técnicas para efetivar a implementação de inovações (PROJG). Os setores que o compõem são classificados por Gonçalves e Simões (2005)

como de alto P&D interno. Adicionalmente, ao se observar esses setores em relação aos componentes, cabe ressaltar que eles possuem alta intensidade de esforço para inovação.

Tabela 3: Média da intensidade de gasto com inovação por cluster

Cluster	PDG	MAQG	TREG	INTG	OUTG	PDEXTG	IIPD	PROJG	SOFG
1°	0.2876	0.5282	0.0154	0.0398	0.0236	0.0227	0.0142	0.0562	0.0287
2°	0.0912	0.3942	0.0074	0.0052	0.0201	0.0072	0.0097	0.4620	0.0127
3°	0.0613	0.7618	0.0039	0.0896	0.0191	0.0039	0.0021	0.0488	0.0115
4°	0.5995	0.1084	0.0034	0.0351	0.0366	0.1119	0.0440	0.0650	0.0381
5°	0.4592	0.1320	0.0179	0.0876	0.0116	0.2055	0.0620	0.0356	0.0506
Total	0.3044	0.4682	0.0144	0.0440	0.0228	0.0437	0.0198	0.0742	0.0301

Fonte: Elaboração própria com software Stata.

O terceiro cluster é composto por cinco setores “dominados por fornecedores” e portanto possui como principal fonte de inovação a compra de máquina e equipamentos. O quarto e o quinto cluster por sua vez adquirem conhecimento tecnológico principalmente via P&D interno e externo. Esse último é formado apenas por dois setores, o de Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição (METF) e o de Impressão e reprodução de gravações (IMP), ambos classificados por Campos e Ruiz (2009) como setores “baseados na ciência e intensivos em P&D”.

5.3. Análise de Correlações Canônicas

Para aplicação da análise canônica, fez-se necessária a divisão das variáveis em dois grupos. Enquanto o primeiro comporá os esforços internos de inovação, sendo formado pelas variáveis de esforço interno de P&D (PDFAT, PDPROP, PDG e IIPD), o segundo consistirá nos esforços de aquisição externa de conhecimento (MAQPROP, MAQG, TREG, PDEXTG e OUTEXTG). Assim, será possível contrapor os esforços internos e externos de aquisição de conhecimento inovador.

Para tal análise, primeiro faz-se necessário verificar a aplicabilidade da metodologia para essas variáveis. A partir das estatísticas dos testes apresentados na tabela 4, esses se mostram favoráveis em relação à análise de correlação canônica entre as variáveis analisadas uma vez que todos rejeitaram a hipótese de não significância.

Tabela 4: Testes de significância para as correlações canônicas

Teste de significância	Estatística	df1	df2	F	Prob>F
Wilks' lambda	0.15532	20	117	4.408	0.000
Pillai's trace	1.09657	20	152	2.870	0.000
Lawley-Hotelling trace	3.93553	20	134	6.592	0.000
Roy's largest root	3.55556	5	38	27.022	0.000

Fonte: Elaboração própria com base no software Stata.

Pela tabela 5 pode-se perceber que a melhor combinação linear dos esforços internos de P&D é correlacionada com a melhor combinação linear da aquisição de conhecimento tecnológico externo em 0,8835. Ao se avaliar o esforço interno de inovação, todas as variáveis que o compõem no primeiro coeficiente possuem a mesma direção. No segundo coeficiente, há uma contraposição entre as intensidades de P&D (PDFAT e PDG) e os esforços de aquisição de conhecimento interno, representadas pelas variáveis de proporção de força de trabalho no departamento de P&D (IIPD) e proporção de gasto em P&D em relação ao total da indústria (PDPROP).

Ao avaliar o segundo conjunto de variáveis, conhecimento externo, percebe-se novamente que todos os esforços de aquisição de conhecimento externo seguem a mesma direção, indicando que aqueles setores, que buscam conhecimento externo, o fazem por todos os meios disponíveis. Portanto, haveria um esforço de aquisição de tecnologia interna e externa grande por parte dos setores.

Tabela 5: Coeficientes brutos para os conjuntos variáveis

	Coeficientes brutos			
	1	2	3	4
Primeiro conjunto de variáveis				
PDFAT	-2.4262	-59.7328	106.9230	-89.9745
PDPROP	-1.6336	26.4170	20.5640	2.0905
PDG	-4.2425	-3.4605	-1.7822	4.1939
IIPD	-4.1129	45.1235	-55.0819	-11.7889
Segundo conjunto de variáveis				
MAQPROP	0.9070	12.6481	22.9695	1.9183
MAQG	4.1632	0.2036	-2.8949	-0.8946
TREG	17.8363	-37.8493	33.5581	75.3088
OUTG	4.4424	13.0565	2.8538	7.5308
PDEXTG	2.4154	11.1413	-10.3340	5.5845
Correlações Canônicas	0.8835	0.4461	0.3363	0.0630

Fonte: Elaboração própria com base no software Stata.

A fim de verificar a influência de cada variável do primeiro grupo nas do segundo, construiu-se as correlações entre as variáveis dos dois grupos, tabela 6. Dado o sinal negativo das variáveis na primeira coluna, pode-se concluir que um peso maior de intensidade de investimento em P&D pela firma (PDFAT, PDG e IIPD), diminui a aquisição de conhecimento externamente. Por outro lado, um aumento dos esforços internos para a formação de conhecimento tecnológico eleva a incorporação de conhecimento externo através da aquisição de máquinas e equipamentos e de outros conhecimentos externos para o desenvolvimento ou implementação de inovações.

Tabela 6: Correlações entre os dois grupos de variáveis

	pdfat	pdprop	pdg	iipd
maqprop	-0.2170	0.0749	-0.3574	-0.2439
maqg	-0.5641	-0.4759	-0.8403	-0.5646
treg	-0.1809	-0.2183	-0.2212	-0.2581
outg	-0.1428	0.0575	-0.1962	-0.0908

Fonte: Elaboração própria com base no software Stata.

A tabela 7 por sua vez, contém os *loadings* (pesos) canônicos das listas de variáveis, ou seja, aponta as medidas das correlações entre as variáveis canônicas (bloco de variáveis) e as variáveis originais. A variável canônica 1 da lista de variáveis de esforço interno de P&D, é explicada respectivamente pelas variáveis de gasto em P&D interno em relação ao total gasto em inovação pelo setor (PDG), quantidade gasta em P&D em relação ao total do faturamento do setor (PDFAT) e pessoal com ensino superior trabalhando em atividade de P&D em relação ao total ocupado no setor (IIPD). Já a aquisição externa de P&D é explicada principalmente pelo peso da aquisição de máquinas e equipamentos em relação ao total gasto com inovação no setor. Tal fato se mostra coerente uma vez que uma das principais fontes de conhecimento tecnológico externo utilizadas pela indústria nacional é aquele incorporado em bens de capital.

Tabela 7: Loadings canônicos das listas de variáveis

Loadings canônicos da lista 1 com as variáveis canônicas da lista 2		pdfat	-0.6856	-0.0882	0.1310	-0.7106
pdprop		-0.5329	0.6370	0.5174	0.2064	
pdg		-0.9948	-0.0689	0.0019	0.0748	
iipd		-0.6661	0.2823	-0.3554	-0.5919	
Loadings canônicos da lista 2 com as variáveis canônicas da lista 1		maqprop	0.3891	0.4909	0.6939	-0.1660
maqg		0.9575	-0.0815	0.0094	-0.2734	
treg		0.2712	-0.425	0.1098	0.8524	
outg		0.2086	0.4442	0.1595	0.1335	
pdextg		-0.2800	0.5440	-0.486	0.5452	

Fonte: Elaboração própria com base no software Stata.

A correlação cruzada é apresentada na tabela 8 a qual mostra quanto de uma variável da lista 1 explica o outro bloco de variáveis (variável canônica 2). Assim, pode-se observar a partir da carga 1 que, em relação à lista de variáveis de esforço interno de P&D, as cargas apontam que a medida que se possui maior conhecimento interno de P&D, precisa-se de menos aquisição de conhecimento externo. Dados os coeficientes positivos do segundo grupo, o contrário, contudo não é válido. Conclui-se então que o investimento em P&D interno diminui a dependência do conhecimento adquirido externamente, enquanto que a aquisição de conhecimento externo estimula o desenvolvimento de P&D interno. Cabe ressaltar, contudo que a aquisição de P&D externo ao setor pode substituir o desenvolvimento interno do mesmo, representada pela relação negativa entre a carga canônica e a variável PDEXTG.

Tabela 8: Correlação entre a lista de variáveis e as variáveis canônicas

Correlação da lista 2 com as variáveis canônicas da lista 1	pdfat	-0.6057	-0.0393	0.0441	-0.0448
	pdprop	-0.4708	0.2842	0.174	0.013
	pdg	-0.8789	-0.0307	0.0006	0.0047
	iipd	-0.5884	0.126	-0.1195	-0.0373
	maqprop	0.3438	0.219	0.2333	-0.0105
Correlação da lista 2 com as variáveis canônicas da lista 2	maqg	0.8459	-0.0364	0.0032	-0.0172
	treg	0.2396	-0.1896	0.0369	0.0537
	outg	0.1843	0.1982	0.0536	0.0084
	pdextg	-0.2473	0.2427	-0.1634	0.0344

Fonte: Elaboração própria com base no software Stata

6. Conclusão

Este artigo construiu indicadores de esforço de inovação e de incorporação tecnológica, referentes ao triênio 2009-2001, e mostrou como os setores industriais brasileiros podem ser caracterizados em torno deles. O indicador de *esforço inovativo* caracterizou os setores com elevada magnitude de gastos relacionados aos esforços inovativos em relação ao resto da indústria, como o setor de Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários e o de Refino de petróleo. O segundo componente, o qual explica 23,44% da variabilidade dos dados, é classificado como *esforço inovador próprio* e separa os setores que desenvolvem internamente sua tecnologia via esforço interno de P&D daqueles que compram a tecnologia pronta. Já o terceiro componente, *esforço de desenvolvimento e implementação da inovação*, separa os setores que necessitam desenvolver um conhecimento

tecnológico internamente daqueles que por já possuírem estoque de conhecimento tecnológico dispõem seus recursos no efetivo desenvolvimento e implementação da inovação. O último componente caracteriza dos setores preocupados com a implementação da inovação e chama-se *esforço de implementação da inovação*.

Em relação a indústria nacional, enquanto setores como Refino de petróleo e Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários apresentam um esforço inovativo e esforço inovador próprio bem acima dos outros setores, o setor Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos é caracterizado como gerador de conhecimento tecnológico. Já o setor de Fabricação de produtos alimentícios por ser, como classificado por Pavitt (1984), um setor “dominado por fornecedores”, apresenta um contínuo processo de importação de conhecimento.

Ao separar os setores em dois grandes agrupamentos, observa-se que 44% da amostra possui alto investimento em inovação, e os 56% restantes, são caracterizados como “dominados por fornecedores” e de baixa intensidade de conhecimento tecnológico. Observa-se, portanto, uma heterogeneidade entre os setores brasileiros no que tange à acumulação do conhecimento tecnológico. Além disso, ao se contrapor a formação de conhecimento e a aquisição de conhecimento externamente, observa-se que à medida que os setores gerem conhecimento interno de P&D, estes ficam menos dependentes da aquisição de conhecimento externo como única forma de esforço tecnológico a caracterizar o setor.

Referências

- ALVES, P.; DE NEGRI, J. Mapeamento das Grandes Firms que Investem em P&D na Indústria Brasileira. 2009 (**mimeo**).
- AROCENA, Rodrigo; SUTZ, Judith. Knowledge, innovation and learning: systems and policies in the north and in the south. **Systems of Innovation and Development Cheltenham**: Elgar, 2003.
- CAMPOS, B. C. Aspectos da padronização setorial das inovações na indústria Brasileira: uma análise multivariada a partir da pintec 2000. In: **CONGRESSO DA ANPEC. Anais**. 2005
- CAMPOS, B.; RUIZ, A. U. Padrões setoriais de inovação na indústria brasileira. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 8, n. 1 jan/jun, p. 167-210, 2009.
- CERULLI, G.; POTI, B. . Measuring intersectoral knowledge spillovers: an application of sensitivity analysis to Italy. **Economic Systems Research**, v. 21, n. 4, p. 409-436, 2009.
- COE, D. T.; HELPMAN, E. .International R&D spillovers. **European Economic Review**, vol. 39, pg 859–887, 1995.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. . Innovation and Learning: The Two Faces of R&D. **The Economic Journal**, vol. 99, n. 397, pp. 569-596. Sep., 1989.
- DAHLMAN, Carl; FRISCHTAK, Claudio. National systems supporting technical advance in industry: the Brazilian experience. **National innovation systems: A comparative analysis**, v. 414, 1993.
- DE NEGRI, F. Padrões tecnológicos e de comércio exterior das firmas brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (org.), **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.
- DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S.; DE CASTRO, A. B. . Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (org.), **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.
- DIETZENBACHER, E.; LOS, B. . Externalities of R&D Expenditures. **Economic Systems Research**, vol. 14, n. 4, 2002.
- DOSI, G. .Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. **Journal of Economic Literature**, vol. 26, n. 3, pp. 1120-1171, 1988.
- DOSI, Giovanni; PAVITT, Keith; SOETE, Luc. **The economics of technical change and international trade**. LEM Book Series, 1990.
- FRANSMAN, Martin. Conceptualising technical change in the Third World in the 1980s: An interpretive survey. **The Journal of Development Studies**, v. 21, n. 4, p. 572-652, 1985.

FRITSCH, M.; FRANKE, G. . Innovation, regional knowledge spillovers and R&D cooperation. **Research Policy**, vol. 33, pg 245–255, 2004.

FURTADO, A. T., CARVALHO, R. de Q. Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 70-84, mar., 2005.

FURTADO, A.; QUADROS, R. Construindo o IBI. **Inovação Uniemp**, v. 2, n. 3, p. 26-27, 2006.

GONÇALVES, E.; SIMÕES, R. . Padrões de Esforço Tecnológico da Indústria Brasileira. **Economia**, Brasília, vol. 6, n. 2, pag 391-433, 2005.

GRILICHES, Z. . Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. The Bell **Journal of Economics**, vol. 10, n 1, pg 92–116, 1979.

IEDI. O Investimento Estrangeiro na Economia Brasileira e o Investimento de Empresas Brasileiras no Exterior. IEDI- Instituto de Estudos de Desenvolvimento Industrial, fevereiro de 2011.

KATZ, Jorge; BERCOVICH, Nestor. **National systems of innovation supporting technical advance in industry: the case of Argentina**. Nelson (ed.), p. 451-475, 1993.

LOS, B.; VERSPAGEN, B. R&D spillovers and productivity: evidence from the US manufacturing microdata. **Empirical Economics**, vol. 25, pg 127–148, 2000.

MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi. Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific. **Research Policy**, v. 25, n. 3, p. 451-478, 1996.

NELSON R; WINTER S. An evolutionary theory of economic change. **Harvard University Press**, Cambridge.1982.

OCDE. **Teachers matter: attracting, developing and retaining effective teachers**. Paris: OCDE. 2005.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, n.6, pp. 343-373, 1984.

PAVITT, Keith; ROBSON, Michael; TOWNSEND, Joe. Technological accumulation, diversification and organisation in UK companies, 1945–1983. **Management Science**, v. 35, n. 1, p. 81-99, 1989.

PINTEC. Pesquisa de Inovação Tecnológica. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.

ROBERTSON, P; SMITH, K. H.; VON TUNZELMANN, N. Innovation in low-and medium-technology industries. **Research Policy**, v. 38, n. 3, p. 441-446, 2009

SANTANA, S. K. S; CAVALCANTI, S. BEZERRA, J. O papel da inovação na produtividade da indústria: uma abordagem setorial. In **Anais do 39º Encontro Nacional de Economia**, ANPEC, Foz do Iguacú, 2011.

SANTOS, D. F. L. O Perfil Da Inovação Na Indústria Brasileira. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 3, 2012.

SHIH, H.; CHANG, T. S. International diffusion of embodied and disembodied technology: A network analysis approach. **Technological Forecasting & Social Change**, vol. 76, pg 821–834, 2009.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalism, Socialism and Democracy**. New York: Harper & Row. 1942.

SCHUMPETER, J. A. 1982. Teoria do desenvolvimento econômico. São Paulo: Abril Cultural. 169p. (Série Os economistas).

SCHUMPETER, Joseph. O Fenômeno Fundamental do Desenvolvimento Econômico. In: **A Teoria do Desenvolvimento Econômico**. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1985.

VIOTTI, Eduardo. Indicadores de inovação tecnológica: fundamentos, evolução e sua situação no Brasil. **Projeto: indicadores de competitividade em cadeias produtivas (rede MDIC/BQP-PR) Curitiba: Programa Fórum de Competitividade**, 2001.

VIOTTI, E. B.; BAESSA, A.; KOELLER, P. Perfil da inovação na indústria brasileira: uma comparação internacional. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (org.), **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

ZUCOLOTO, G. F.; TONETO JUNIOR, R. Esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira: uma comparação com países selecionados. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, vol 9, n. 2, ago. 2005.

Apêndice

Lista dos setores utilizados na análise

Abreviação	Setor da PINTEC
EXTRA	Indústrias extrativas
ALIM	Fabricação de produtos alimentícios
BEBI	Fabricação de bebidas
FUMO	Fabricação de produtos do fumo
TEXT	Fabricação de produtos têxteis
VEST	Confecção de artigos do vestuário e acessórios
COUR	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro,
MADE	Fabricação de produtos de madeira
CELU	Fabricação de celulose e outras pastas
PAPEL	Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel
IMP	Impressão e reprodução de gravações
COQ	Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)
PETRO	Refino de petróleo
QUII	Fabricação de produtos químicos inorgânicos
QUIO	Fabricação de produtos químicos orgânicos
RESI	Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas
SAB	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza
TINT	Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins
FARMQ	Fabricação de produtos farmoquímicos
FARMC	Fabricação de produtos farmacêuticos
BORR	Fabricação de artigos de borracha e plástico
MINM	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
SIDE	Produtos siderúrgicos
MENF	Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição
MET	Fabricação de produtos de metal
ELET	Fabricação de componentes eletrônicos
INF	Fabricação de equipamentos de informática e periféricos
COMU	Fabricação de equipamentos de comunicação
ELEMED	Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos
ELETR	Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos
GERA	Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos
ELETD	Fabricação de eletrodomésticos
PILHA	Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos
MOTO	Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão
EQAGR	Máquinas e equipamentos para agropecuária
EXTCONS	Máquinas para extração e construção
MAQEQ	Outras máquinas e equipamentos
AUTOM	Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários,
CABIN	Fabricação de cabines, carrocerias, reboques
PECVEI	Fabricação de peças e acessórios para veículos
OUTTRANS	Fabricação de outros equipamentos de transporte
MOV	Fabricação de móveis
MATMED	Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico
PRODDIV	Outros produtos diversos
MANUMAQ	Manutenção, reparação e instalação de máquinas