UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DE RIBEIRÃO PRETO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

BEATRIZ SELAN

Estratégias tecnológicas e performance das empresas industriais brasileiras: Uma análise multivariada comparativa das PINTECS

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Kannebley Júnior

RIBEIRÃO PRETO
2009

Prof. Dr. Suely Vilela
Reitora da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Rudinei Toneto Júnior
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto

Prof. Dr. Walter Belluzzo Jr
Chefe do Departamento de Economia

BEATRIZ SELAN

Estratégias tecnológicas e performance das empresas industriais brasileiras: uma análise multivariada comparativa das PINTECS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Kannebley Jr.

RIBEIRÃO PRETO

2009

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO OU PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Selan, Beatriz
Estratégias tecnológicas e performance das empresas industriais brasileiras: Uma análise multivariada comparativa das PINTECS. Ribeirão Preto, 2009.
103 p.: 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/USP – Área de concentração: Economia Aplicada.
Orientador: Kannebley Jr., Sérgio

1. Estratégia tecnológica. 2. Estatística multivariada. 3. Pesquisa e Desenvolvimento. 4. Desempenho empresarial.

BEATRIZ SELAN

ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS E PERFORMANCE DAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS: UMA ANÁLISE MULTIVARIADA COMPARATIVA DAS PINTECS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Kannebley Jr.

RIBEIRÃO PRETO

2009

FOLHA DE APROVAÇÃO

Beatriz Selan

Estratégias tecnológicas e performance das empresas industriais brasileiras: uma análise multivariada comparativa das PINTECS

Dissertação apresentada ao Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia Aplicada

Aprovado em: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Kannebley Júnior
Instituição: FEARP/USP
Assinatura: _____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____
Assinatura:_____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____
Assinatura:_____

Aos meus pais, por apoiarem as minhas decisões e sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

Inúmeras são as pessoas a agradecer e insuficiente o espaço aqui reservado. Contudo, gostaria de deixar aqui meus agradecimentos àqueles que estiveram envolvidos, direta ou indiretamente, no desenvolvimento deste trabalho.

A Deus, pela vida, saúde, perseverança e alegrias que me concedeu durante todos os anos da minha vida, sem as quais nada teria sentido.

Aos meus pais, Alcides e Sandra, que sacrificaram inúmeras coisas para serem verdadeiros pais e apoiarem sempre as minhas decisões, não deixando uma palavra amiga quando necessário e estimulando sempre o melhor de mim. A vocês devo a minha capacidade de sorrir e ter forças para ser feliz e seguir em frente.

A minha irmã Barbara, por me escutar e incentivar a jornada que escolhi para minha vida. Pelas vezes em que me aconselhou e me ajudou a entender que os obstáculos só engrandecem o espírito de uma pessoa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sérgio Kannebley Júnior, que antes de mais nada é um grande amigo. Pelas vezes em que me escutou, pelos conselhos valorosos tanto na academia como na vida, e pela sempre pronta ajuda nos meus dias mais desesperadores quando nada fazia sentido.

Aos professores da banca de qualificação, Prof. Dr. Luiz Guilherme Scorzafave e Profa. Dra. Simone Galina, pelas valorizas contribuições e reflexões e pela atenção dispensada nesse trabalho.

Aos professores da FEARP/USP que me acompanharam desde a graduação, dando sugestões sempre certeiras e que me ajudaram a descobrir que no final das contas eu adoro a vida acadêmica.

Aos meus amigos, Josiane e Danilo, que estiveram sempre comigo não só na minha carreira acadêmica, mas fora dela. Pelas vezes em que me escutaram, pelos conselhos, pelas brincadeiras, pelas tentativas de bancarem o cupido, mas que sempre tiveram a minha felicidade como meta e sempre me ajudaram quando eu precisava.

Aos meus amigos do mestrado com quem compartilhei momento de angústia e de alegria ao longo desses dois anos, sem eles não seria possível seguir em frente.

Sem a disponibilidade e o zelo do pessoal do IBGE-RJ/IPEA, Eric e Nayara, este trabalho não seria possível. Pela prontidão com que me ajudaram a montar as bases de dados e as variáveis, pelas risadas nas idas ao Rio de Janeiro e por realizarem correções nas estimações quando eu não podia ir ao Rio.

A todos vocês, a minha eterna gratidão e carinho.

RESUMO

Esse trabalho se propõe a analisar as estratégias tecnológicas das firmas industriais brasileiras que inovaram em produto e processo entre 2003 e 2005, e compará-las com o triênio retroativo à inovação, 2001-2003. Para tanto, utilizam-se dados da junção de três importantes bases de dados brasileiras: PINTEC, RAIS e SECEX para o período 2001 a 2005, divididos em dois triênios. Usando uma metodologia de análise multivariada a fim de evitar estabelecer relações causais, os resultados indicam que a alteração nas estratégias tecnológicas tende a trazer melhores performances das firmas e que há uma coordenação entre as estratégias tecnológicas das inovadoras em produto e processo. Além disso, a base de conhecimento e o desempenho do passado são fundamentais para a determinação das estratégias no período seguinte.

Palavras-chave: Estratégia tecnológica. Estatística multivariada. Atividade inovativa. Desempenho empresarial.

ABSTRACT

SELAN, B. *Technological strategies and performance in Brazilian firms*: a comparative multivariate analysis of the PINTECs. 103 f. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.

This work intends to analyze, by using multivariate analysis, the technological strategies from the Brazilian firms that innovated in product and process between 2003 and 2005, and compare it with the innovative behavior that used to take place by them in 2001-2003. We split the analysis in the relationship input-firms-outputs, and use data from PINTEC, RAIS and SECEX. We found out that the change in technological strategies might have been related to a better performance for the firm and that, when we consider only the firms that innovate simultaneous in product and process, the technological strategies are alike specially in terms of innovative activity expenditure, but that is not the case for the process innovation. Nonetheless, the accumulated knowledge and the past outputs of innovation are fundamental for the establishment of the technological strategy.

Key-words: Technological Strategy. Multivariate Analysis. Innovative activity. Performance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de empresas inovadoras em 2003 e 2005 _____ 55
Tabela 2 – Características das firmas inovadoras – estatísticas descritivas _____ 57
Tabela 3 – Fontes de informação segundo as inovações tecnológicas – valores médios____ 59
Tabela 4 – Atividades inovativas: importância e dispêndios – valores médios _____ 61
Tabela 5 – Impactos das atividades inovativas – valores médios _____ 63
Tabela 6 – Fontes de informação para 2003 e 2005 – análise de cluster _____ 71
Tabela 7 – Importância da atividade inovativa para 2003 e 2005 – análise de cluster _____ 73
Tabela 8 – Dispêndios das atividades inovativas para 2003 e 2005 – análise de cluster____ 75
Tabela I-1 – Informações das análises de correspondência _____ 103
Tabela I-2 – Resíduos padronizados das tabelas de contingência _____ 103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipologias das estratégias tecnológicas 26
Quadro 2 – Variáveis utilizadas para caracterizar as empresas inovadoras brasileiras 43
Quadro 3 – Insumos e resultados das empresas inovadoras 48
Quadro 4 - Características observáveis das empresas 68
Quadro 5 – Alocação dos clusters segundo estratégia tecnológica 78
Quadro 6 – Relação insumo-empresa-impacto – 2005 90
Quadro 7 – Relação insumo-empresa-impacto – 2003 94

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Análise de correspondência para fontes de informação 81
Gráfico 2 – Análise de correspondência para importância de atividade inovativa 83
Gráfico 3 – Análise de correspondência para dispêndio de atividade inovativa 84
Gráfico 4 – Análise de correspondência para impactos da inovação 86

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 15

I – LITERATURA TEÓRICA E EMPÍRICA ACERCA DAS ESTRATÉGIAS EMPRESARIAIS E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA 19

1 Estratégias empresarial e tecnológica 19

2 Surveys de inovação como representação da estratégia tecnológica 27

3 Literatura empírica 31

II – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E A BASE DE DADOS 38

1 Divisão empírica do trabalho 38

1.1 Metodologia das árvores de classificação e regressão: categorias de empresas 40

1.2 Categorias de insumos e resultados: análise de clusters 46

1.3 A análise de correspondência 49

2 Análise descritiva dos dados 51

III – CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS INOVADORAS E CATEGORIAS DE INSUMOS E RESULTADOS 64

1 Análise empírica das características das inovadoras entre 2003 e 2005 64

2 Conjuntos de insumos e resultados da atividade inovativa: a análise de cluster 70

IV – REPRESENTAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS EMPRESAS BRASILEIRAS INOVADORAS EM PROCESSO E PRODUTO E PROCESSO 79

1 Relações bivariadas entre insumos/resultados e as características observáveis: a análise de correspondência 79

2 Quadro síntese do comportamento tecnológico das inovadoras para 2001-2003 86

3 Quadro síntese do comportamento tecnológico das inovadoras para 2003-2005 86

CONSIDERAÇÕES FINAIS 96

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 99

APÊNDICE I – RESÍDUOS PADRONIZADOS DAS TABELAS DE CONTINGÊNCIA 103

INTRODUÇÃO

As mudanças estruturais enfrentadas pela economia brasileira no decorrer dos anos de 1990 moldaram o novo cenário competitivo empresarial, no qual a concorrência passou a ser feita pela conjunção de preços no mercado doméstico e estratégias empresariais voltadas para a inovação tecnológica e para a qualidade de produtos[1]. Isto é, o que se percebe é que o ambiente competitivo dos anos 2000 está centrado nas rápidas transformações tecnológicas e organizacionais que levam as firmas a encontrar na inovação tecnológica o alicerce para a manutenção do poder competitivo.

Tal fato traduz a importância do desenvolvimento tecnológico na vantagem competitiva para as empresas, uma vez que a inovação tecnológica é uma das formas pelas quais a firma pode se diferenciar dos competidores por meio de estratégias empresariais mais efetivas e densas (SPITAL; BICKFORD, 1992; BENEITO, 2003; AMOAKO-GYAMPAH; ACQUAAH, 2008). Empiricamente, análises relativas a predisposições estratégicas acerca da tecnologia têm, freqüentemente, relação com o desempenho da empresa em decorrência da possibilidade de vantagens competitivas para a firma por meio da inovação tecnológica. Por isso, dado esse novo ambiente econômico e competitivo vivenciado pelo Brasil, comparações acerca das representações da estratégia tecnológica das empresas industriais brasileiras no período recente de 2001 a 2005, relacionando essas representações às *performances* das firmas, são de extrema importância. Isso se deve principalmente à clara associação de que competitividade e desempenho empresariais são fortemente relacionadas à capacidade tecnológica da firma por meio da estratégia tecnológica estabelecida por ela. Além disso, é

[1] Estratégias empresariais são entendidas como a integração entre a produção com os demais departamentos que compõem a empresa a fim de estabelecerem o comportamento da firma no mercado, incluindo políticas e procedimentos a serem seguidos no longo prazo frente aos concorrentes (WILLIAMS et alii, 1995; PEARCE; ROBINSON JR., 2005).

essencial entender o contexto econômico em que a adoção da estratégia empresarial e da tecnológica foi determinada, a fim determinar os impactos no desempenho da firma.

Assim, quando se analisa a literatura empírica internacional acerca do estudo das estratégias empresariais, em especial a estratégia tecnológica, fica evidente que ela encontra-se centrada em países desenvolvidos, principalmente os EUA e a Europa, sendo poucos os estudos voltados para países em desenvolvimento como é o caso, recentemente, das empresas de Gana (AMOAKO-GYAMPAH; ACQUAAH, 2008). Vale ressaltar que os poucos estudos desse tipo decorrem, principalmente, da capacidade de competição das empresas industriais dos países em desenvolvimento, em termos de tecnologia, ainda não estar completamente desenvolvida, dada a limitação de recursos financeiros disponíveis, exigindo das firmas a estruturação de estratégias empresariais adequadas ao cenário de atuação conjuntamente a estratégias tecnológicas satisfatórias para a manutenção do poder competitivo da empresa.

Ademais, em países em desenvolvimento como é o caso do Brasil, a inovação tecnológica é a chave para analisar o desempenho das empresas, podendo efetivamente ser usada para o desenvolvimento econômico, por meio da capacitação das empresas industriais via estratégia tecnológica, e social do país. Em decorrência desses fatores, é importante ressaltar que este trabalho é um dos primeiros no Brasil a buscar esse tipo de análise, exclusiva para as empresas brasileiras, a partir de *surveys* de inovação seguindo a linha desenvolvida por Kannebley e De Negri (2008). Isso porque a literatura nacional empírica acerca da inovação tecnológica centrou sua análise em temas como internacionalização de firmas brasileiras, apoio governamental à inovação, diferenciais salariais, esforço inovador e efeitos de transbordamento, dentre outros.

Assim, esse trabalho procura ser um avanço nesse sentido à medida que integra teoria de estratégias empresariais a uma análise quantitativa por meio da utilização de técnicas estatísticas multivariadas. Conseqüentemente, de modo a combinar indicadores de gestão da

tecnologia às características observáveis das empresas industriais a fim de representar possíveis estratégias tecnológicas das empresas, pretende-se relacionar o esforço tecnológico promovido pelas empresas industriais com os resultados obtidos em termos de inovações e indicadores de resultado da atividade inovativa. Ou seja, dadas as probabilidades das empresas inovarem, representadas pelas categorias empresariais designadas, Kannebley e De Negri (2008) evidenciam que existe uma associação entre insumos e resultados que representam o comportamento tecnológico das firmas e não que tal fato ocorre de modo aleatório. Assim, o que se pretende aqui é entender como se dá essa associação entre insumos e resultados, segundo as inovadoras em produto e processo e as inovadoras em processo. Portanto, o **problema de investigação** deste trabalho está levantado da seguinte maneira: qual é a relação existente entre esforço tecnológico promovido pelas empresas industriais e os resultados obtidos em termos de inovação e demais indicadores de resultado da atividade inovadora para a representação da estratégia tecnológica, segundo os setores industriais de intensidade tecnológica, das empresas inovadoras brasileiras?

Logo, o objeto de análise é a empresa industrial brasileira que realizou inovação tecnológica no período de 2003 a 2005[2], separada em setores de alta ou média-alta intensidade tecnológica e baixa ou média-baixa intensidade tecnológica. Considera-se o comportamento tecnológico do triênio retroativo (2001-2003) e a modificação/manutenção do comportamento em 2003-2005. Utilizando para esses propósitos as informações compreendidas nas duas versões da PINTEC, realizadas pelo IBGE, juntamente com as informações da PIA, da RAIS e da SECEX para o mesmo período, forma-se um amplo conjunto de informações relativas tanto a informações patrimoniais e técnico-produtivas para caracterização das empresas brasileiras, bem como relativas à condução de atividades inovativas.

[2] Considera-se esse período em decorrência da impossibilidade de definição de uma estratégia tecnológica, por parte da firma, a partir da observação de seus investimentos em um único ano, já que as decisões tecnológicas das firmas contemplam períodos de médio ou longo prazo (BENEITO, 2003). Assim, o período inteiro será dividido nas duas partes que compõem as edições da PINTEC a fim de se analisar separadamente cada uma das representações de estratégias adotadas.

De modo geral, os resultados aqui encontrados indicam que há uma relação clara entre a probabilidade de inovar e a estratégia tecnológica adotada. Ademais, a base de conhecimento passado e o desempenho do triênio retroativo estão relacionados principalmente com a escolha pela estratégia tecnológica seguinte e a performance do triênio seguinte. Por isso, alterações nas estratégias tecnológicas de um triênio para o outro é, somada ao acúmulo de conhecimento, o principal fator para a obtenção de melhores resultados ou a manutenção do mesmo, dadas as alterações no ambiente macroeconômicos ocorridas ao longo do período. Ou seja, as principais distinções entre as estratégias estão centradas tanto na importância como no dispêndio das atividades inovativas.

Assim, o trabalho está organizado de forma a abranger inicialmente a teoria envolvida nas estratégias empresariais, enfatizando as estratégias tecnológicas, e a sua relação com os desempenhos das firmas, sendo posteriormente apresentadas as formas de representação das estratégias tecnológicas via *surveys* de inovação para depois entender os princípios empíricos acerca da estratégia tecnológica. Posteriormente, o capítulo 2 contempla os diversos procedimentos metodológicos de análise multivariada utilizados no trabalho e as informações descritivas das bases de dados separadas segundo o tipo de inovação e o período 2001-2005. O capítulo 3 fornece as categorizações das características das empresas, via metodologia das árvores de classificação e regressão, e as categorias de insumos/resultados, gerados via análise de cluster. Já o capítulo 4 apresenta as relações entre insumos/resultados e as características das empresas, bem como a determinação das representações das estratégias tecnológicas das firmas. Por fim, são tecidas algumas considerações finais nas quais se sintetiza as relações entre insumos e resultados usando a tipologia de estratégias definidas no capítulo 3.

I – LITERATURA TEÓRICA E EMPÍRICA ACERCA DAS ESTRATÉGIAS EMPRESARIAIS E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Esse primeiro capítulo apresenta algumas relações importantes acerca da estratégia tecnológica e o desempenho das empresas, buscando a compreensão sobre a importância da inovação tecnológica na criação da estratégia competitiva no cenário atual. Deste modo, o principal foco desse capítulo é relacionar a construção da estratégia empresarial com suas partes, principalmente a estratégia tecnológica da firma. Serão apresentados argumentos teóricos e evidências empíricas acerca desse fato.

1 Estratégias empresarial e tecnológica

O crescimento dos estudos na área da inovação tecnológica mostrou-se expressivo nos últimos anos, focando a compreensão do processo inovativo, as características intrínsecas a ele e os possíveis diferenciais de resultado obtidos entre firmas inovadoras e não-inovadoras. Isso determinou o surgimento, no campo acadêmico, de um ramo da economia industrial denominado Economia da Inovação, cujas implicações atingem áreas macroeconômicas e empresariais (HASENCLEVER; FERREIRA, 2002).

Em conseqüência disso, definições acerca do termo inovação tecnológica são necessárias, sendo uma das primeiras fornecida por Schumpeter (1934). Esse autor procurou separar inovação em cinco diferentes casos: introdução de novos produtos e/ou melhoria na qualidade dos produtos já existentes, introdução de novos processos na indústria, abertura de um novo mercado, mudanças na estrutura organizacional da empresa e desenvolvimento de novas fontes de matéria-prima e outros insumos. Adicionalmente, existe a possibilidade das inovações serem classificadas, de modo genérico, em radicais ou incrementais[3].

[3] As inovações do tipo radical representam uma ruptura estrutural no padrão anterior, trazendo redução de custos e aumento de qualidade em produtos já existentes, enquanto as inovações incrementais são prioritariamente melhorias nos produtos ou processos sem que haja alteração na estrutura industrial.

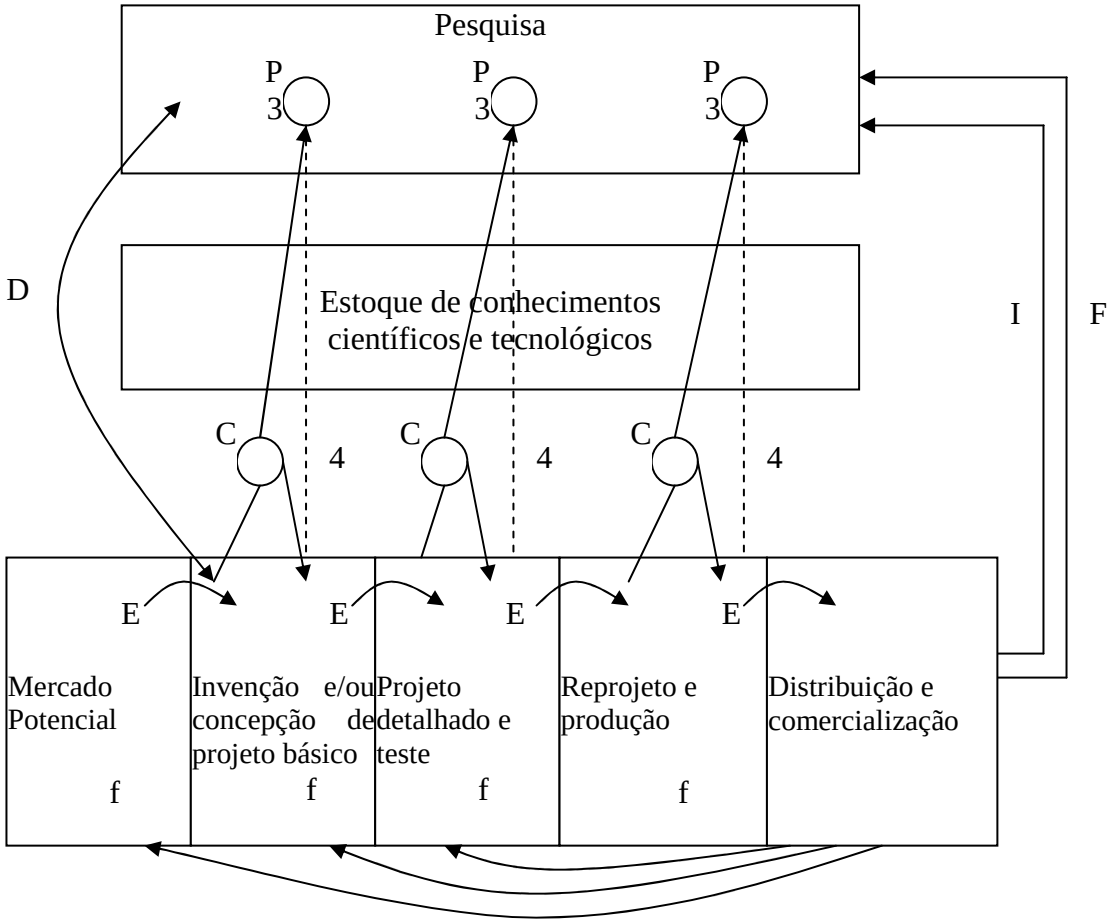
A fim de restringir essa definição, é possível perceber a atividade inovativa como um arranjo de variados insumos que podem capacitar a empresa a solucionar a maioria dos problemas tecnológicos enfrentados por ela, sendo a inovação o resultado de um processo de interação entre oportunidades de mercado e a base de conhecimento e capacitações da firma. Esse preceito do processo inovador implica em simultaneidade dos eventos determinantes de tal processo na empresa, encontrando representação no modelo Elo da Cadeia que foi desenvolvido por Kline e Rosenberg (1986). A figura 1 ilustra a dinâmica do Modelo Elo da Cadeia, "um modelo interativo do processo inovador", sugerido por Viotti (2003).

Padmore, Schuetze e Gibson (1998) afirmam que esse tipo de modelo satisfaz a cadeia de desenvolvimento de conhecimento e de produção, principalmente em decorrência do entendimento da pesquisa como solucionador dos problemas que surgem em qualquer etapa do processo produtivo. Ou seja, a inovação não é vista como um processo seqüencial, mas como um processo que envolve insumos multifacetados e não dependentes dos processos de invenção, uma vez que estes não são realizados para o início da atividade inovativa (SMITH, 1998 apud VIOTTI, 2003). Basicamente, então, a atividade inovativa é condicionada à estratégia tecnológica da firma, que pode ser entendida como um conjunto de decisões ou planos acerca do comportamento inovador da firma que transformam os diversos insumos em resultados para alcançar vantagem competitiva[4]. Audretsch e Feldman (2004 apud CABRER-BORRÁS; SERRANO-DOMINGO, 2007) comprovaram que existe uma relação forte entre os insumos da atividade inovativa, sejam eles capital humano ou P&D, e os resultados obtidos pelas empresas no nível da firma, sendo determinados pela estratégia tecnológica da firma. Assim, o modelo de Kline e Rosenberg (1986) reflete, em última instância, a complexidade da estratégia tecnológica da firma (OECD, 1997).

[4] De acordo com Benieto (2003), as decisões acerca da estratégia tecnológica se pautam em alguns pontos cruciais para a articulação entre a tecnologia e a estratégia empresarial, a saber: investimento em fonte de inovação formal (P&D interno, aquisição de inovações por meio de licenças etc.); geração de inovações utilizando P&D interno vis-à-vis a aquisição de licenças; e razões para a alocação interna de atividades inovativas *versus* a contratação desse tipo de atividade externamente à firma.

Adicionalmente, a inovação é um fator diferenciador das empresas em um ambiente competitivo, visto que a busca pela inovação envolve a defesa da posição no mercado da firma, bem como o ganho de vantagens sobre as concorrentes, melhorando seu desempenho no mercado, tornando a inovação uma ferramenta da estratégia empresarial (SHARIF, 1997; NUCHERA; SERRANO; MOROTE, 2002; OECD, 2005). Além disso, a inovação desempenha um papel modificador da estrutura industrial no momento da sua introdução via estratégia competitiva da firma (com possíveis ganhos de monopólio iniciais para a empresa que primeiro inovou), ou via ampliação das oportunidades de esforço de seus concorrentes (exigindo rapidez na imitação do produto/processo inovador no mercado).

Igualmente, inovação afeta a vantagem competitiva da empresa ao apresentar um papel significativo na determinação dos custos relativos e na diferenciação de produtos, possibilitando a ampliação de economias de escala por meio de inter-relações entre departamentos. Consequentemente, para maximizar o desempenho empresarial, a firma deve alinhar as decisões operacionais da linha de produção às oportunidades tecnológicas (ZAHRA; COVIN, 1993; ZAHRA; DAS, 1993; BENIETO, 2003).



Firmas individuais e setores produtivos em nível mais agregado

Fonte: Technology and the economy: the key relationships (OECD, 1992, fig. 1, p. 25). Adaptado, com pequenas modificações, de Kline e Rosenberg (1986, p. 289 apud VIOTTI, 2003).

Figura 1 – Modelo Elo da Cadeia

Símbolos usados nas setas das caixas de baixo:
E = Cadeia central de Inovação
f = Elos de realimentação
R = Realimentação particularmente importante

Conexões verticais:
C-P: Conexão de conhecimento para pesquisa e via de retorno. Quando o problema é resolvido no nódulo C, a conexão 3 para P não é ativada. O retorno da pesquisa (conexão 4) é problemático, por isso ela é representada em linhas pontilhadas.

D: Conexão direta dos problemas na invenção e no projeto de e para a pesquisa.
I: Contribuição da indústria para a pesquisa científica via instrumentos, máquinas-ferramenta e métodos tecnológicos.

F: Apoio financeiro de firmas à pesquisa em ciências subjacentes à área de produtos para ganhar informações diretamente ou pelo monitoramento dos trabalhos de terceiros. As informações obtidas podem ser aplicadas em qualquer ponto ao longo da cadeia.

Por todos esses fatos, a discussão acerca da relação entre a adoção de uma estratégia empresarial e a *performance* da firma expandiu-se internacionalmente, já que essa relação

envolve a manutenção da vantagem competitiva das empresas na atual concorrência baseada na inovação tecnológica, nos preços/desempenho e nos retornos crescentes de produtividade. Isso implica na influência da decisão tecnológica da firma nas decisões de produção e na relação com o mercado.

Portanto, a inovação tecnológica tem um papel importante na determinação da estrutura da estratégia empresarial adotada. Tal fato advém basicamente pela forma com a inovação tecnológica afeta a função de produção da firma, seja pela introdução de novos processos produtivos que tendem a reduzir custos e flexibilizar a produção, seja na criação de novos produtos possibilitando diferenciação e/ou liderança de custos. Ou seja, as melhorias na estrutura operacional da empresa causadas pela inovação podem conduzir à manutenção e/ou geração da vantagem competitiva no mercado.

Percebe-se, então, uma importante relação entre a estratégia empresarial e a estratégia tecnológica, já que a o fato da empresa ter capacidade tecnológica não implica o máximo aproveitamento da atividade inovativa, se a firma não tiver uma estratégia tecnológica bem delimitada para gerenciar todos os fatores que envolvem o desenvolvimento de inovações de modo eficiente. Isto é, a formulação de uma estratégia empresarial por envolver a definição dos objetivos de longo prazo da firma passa pelas características da firma (principalmente à luz dos recursos escassos disponíveis, do comportamento tecnológico e das suas características observáveis) e do mercado. Assim, a estratégia tecnológica estabelece a prioridade competitiva da inovação ao melhorar o desempenho da empresa, evidenciando a relação entre atividade inovativa e competitividade de longo prazo da empresa (SHARIF, 1997; SÁENZ; CAPOTE, 2002). Uma outra forma de se entender essa relação é fornecida por Vernet e Arasti (1999) que consideram que a estratégia tecnológica como o princípio da

estratégia empresarial, pois as novas competências inovadoras estabelecidas favorecerem novas possibilidades de estratégia empresarial[5].

Deste modo, apesar de ser parte da literatura de gestão da inovação desde o final dos anos 1970, a idéia de estratégia tecnológica ainda não é determinada por um termo único na literatura teórica e empírica, já que ela é determinada pelo foco de cada trabalho. Existem, então, definições que envolvem conceitos dicotômicos como a especialização do conhecimento, via aquisição de máquinas e equipamentos, versus a geração de uma base de conhecimento mais abrangente. Por outro lado, a literatura também pode divergir no conceito de estratégia tecnológica via os tipos de liderança tecnológica e de mercado (DAVENPORT; CAMPBELL-HUNT; SOLOMON, 2003).

Então, dada essa impossibilidade de estabelecer um único comportamento que caracterize a estratégia tecnológica, alguns autores perceberam a necessidade de criar uma tipologia para a estratégia tecnológica de acordo com o tipo de inovação desenvolvida pela empresa. Isso é o que foi proposto por Antonucci e Pianta (2002), para o caso internacional, e Prochnik e Araújo (2005) para o caso brasileiro, e que será usado como base comparativa no presente trabalho. Assim, tanto Antonucci e Pianta (2002) como Prochnik e Araújo (2005) associam o esforço inovador realizado pelas empresas e os resultados obtidos por elas de forma a maximizar as escolhas de estratégias empresariais via tipos de inovação.

Por isso, as empresas inovadoras podem adotar estratégias racionalizadoras de custo voltadas para a competitividade via preços, sem que haja alterações no modo de produção, como é o caso das inovadoras em processo que se baseiam na liderança de custos, com a ampliação da capacidade produtiva e saltos de eficiência. A essas estratégias, a atividade em P&D é sobrepujada pelo alto investimento em máquinas e equipamentos, que geram

[5] Segundo Zahra e Das (1993), a inovação em produto e processo é a mais importante decisão da estratégia empresarial e da estratégia tecnológica para a firma ter sucesso no mercado competitivo, pois é possível que inovações em processo, que podem levar a firma a obter economias de escala ou escopo reduzindo os preços e custos, estejam relacionadas a inovações em produto radicalmente novos.

crescimento da produtividade via reestruturação da produção além da manutenção do *market share* da firma via redução dos custos produtivos.

As firmas inovadoras apenas em produto, por outro lado, adotam estratégias que buscam seu reposicionamento no mercado ou uma competitividade tecnológica, por meio da diferenciação do produto e/ou diversificação para novo mercado. Para esses autores, as empresas que realizam inovações em produto geralmente relacionam uma alta importância para P&D com um dispêndio em atividades inovativas elevado para a criação de novos produtos, obtendo, consequentemente, maior produtividade via melhora na qualidade e na gama de produtos e ampliação na participação no mercado, bem como a criação de novos mercados. Esse tipo de inovação, geralmente, está associado à fronteira tecnológica com líderes de mercado. Já as estratégias de inovação em produto e processo são centradas na busca pela vantagem competitiva das firmas, adicionando às inovações em produtos saltos de eficiência técnica por meio de custos e/ou de qualidade via diferenciação do produto e/ou diversificação para um novo mercado. Assim, de modo a sintetizar essas informações, o quadro 1 apresenta de forma desagregada as possíveis estratégias tecnológicas adotadas para cada tipo de inovação, segundo Antonucci e Pianta (2002) e Prochnik e Araújo (2005).

Quadro 1 – Tipologias das estratégias tecnológicas

Estratégia empresarial	Inovação tecnológica	Estratégia tecnológica
Competitividade tecnológica ou reposicionamento de mercado	Inovação em produto	. Alta importância de P&D . Dispêndio voltado para novos produtos . Crescimento da produtividade via alta qualidade . Diferenciação do produto . Expansão ou manutenção do *market share* . Novos mercados
Racionalizadora de custos	Inovação em processo	. Alguma importância de P&D . Dispêndios voltados para máquinas e equipamentos . Crescimento da produtividade via reestruturação da produção . Aumento da qualidade do produto . Redução de custos . Manutenção do *market share*
Vantagem competitiva	Inovação em produto e processo	. Alta importância de P&D . Diferenciação de produto . Diversificação para novo mercado . Melhoria da qualidade . Redução dos custos

Por meio desse arcabouço, é importante ressaltar que o desempenho da firma é afetado efetivamente pela estratégia empresarial via eficiência de produção com o desenvolvimento de inovações tecnológicas e economias de escala. Williams et alii (1995) mostraram que existe uma forte relação entre a estratégia empresarial e o desempenho na indústria têxtil norte-americana, já que observaram que as firmas com maiores níveis de diferenciação tendem a enfatizar mais processos inovativos, qualidade de produtos e variedade de produtos ofertados. Para o caso dos países em desenvolvimento, Amoako-Gyampah e Acquaah (2008) mostram que, para as empresas de Gana, a qualidade é a principal estratégia para a construção de uma reputação no mercado e, portanto, possibilitando ganhos de *market share* e crescimento das vendas.

É evidente, portanto, que as variáveis da estratégia tecnológica precisam de tempo para influenciar o desempenho da firma. Conseqüentemente, a empresa necessita de um conjunto de funções a ser desenvolvido em cada etapa para explicar os requisitos do processo inovador e de um conjunto de ferramentas que irão controlar as atividades desenvolvidas

nessas etapas. No entanto, a evolução da estratégia empresarial, incluindo a sua estratégia tecnológica, só pode ser interpretada dentro do contexto de relações com consumidores, parceiros, fornecedores e o ambiente macroeconômico, gerando nesse processo o desenvolvimento tecnológico da empresa. É sob esse aspecto de interpretação que se estende o presente trabalho de análise da relação entre a estratégia tecnológica e o desempenho da firma. A seção seguinte trata de alguns pontos centrais da representatividade da estratégia tecnológica via *surveys* de inovação propostos pelos países da OECD que são necessários para a continuação deste trabalho.

2 *Surveys* de inovação como representação da estratégia tecnológica

Os *surveys* de inovação são pesquisas acerca de um conjunto de atividades inovativas e outras informações acerca do esforço tecnológico empreendido pelas empresas e do resultado obtido, descrevendo o processo inovativo por meio de uma aproximação linearizada do modelo de inovação na empresa, mas de modo interativo. Essa estrutura deriva principalmente do entendimento da pesquisa como uma atividade complexa e simultânea à atividade inovativa como enfatizado pelo modelo de Kline e Rosenberg.

Assim, para nortear as pesquisas de inovação, o Manual Oslo (1997, 2005) e o Manual Frascati (2002) apresentam algumas diretrizes fundamentais para a padronização e compatibilização de informações para possíveis comparações entre países, sendo o foco do primeiro a atividade inovativa e o segundo, as pesquisas em P&D. O Manual Oslo (1997, 2005), por exemplo, é a fonte internacional de diretrizes para a coleta e uso de dados sobre atividades industriais inovadoras, apresentando a importância da inovação tecnológica para a economia e as principais características passíveis de diferenciar as demais atividades científicas e tecnológicas de uma firma. É notável frisar que, as duas versões do Manual Oslo (1997, 2005) fundamentam-se em algumas das principais teorias de inovação e mensuração da

economia baseada no conhecimento, mesclando as influências de ambas: a visão schumpeteriana – com a influência ampla da inovação na reestruturação das indústrias e mercados e, conseqüentemente, no desenvolvimento econômico – e a visão neoclássica em que a inovação é apenas uma decisão de investimento para melhorar a eficiência da firma e o meio para a criação de vantagens competitivas.

Por ser essa fonte direcionadora de regras, o Manual Oslo (1997, 2005) orienta que os *surveys* de inovação sigam uma dentre as duas principais abordagens apresentadas por ele e conhecidas como "*subject approach*" e "*object approach*". A abordagem do sujeito "começa pelo comportamento inovador e pelas atividades da empresa como um todo", explorando os fatores que influenciam neste comportamento como as estratégias, os incentivos e as barreiras à inovação. Já a abordagem segundo o objeto "compreende a coleta de dados sobre inovações específicas (normalmente uma inovação significativa de algum tipo ou uma inovação essencial de uma empresa)" (OECD, 2005, pp.20-21). Atualmente, a literatura empírica mostra que as pesquisas realizadas segundo a abordagem do sujeito são preferíveis as segundas, por possibilitarem comparações entre indústrias e entre países como é o caso das quatro edições da *European Community Innovation Survey* (CIS) (BASTOS; REBOUÇAS; BIVAR, 2003; OECD, 2005).

Procurando definir claramente o que considera como inovação tecnológica, o Manual Oslo utiliza variáveis quantitativas e qualitativas acerca de aspectos que associam o esforço inovador e os resultados obtidos pela firma em determinado período a fim de representar a estratégia tecnológica da firma. No entanto, a relação entre insumos e resultados da atividade inovativa é caracterizada por problemas de viés de seleção, de simultaneidade e endogeneidade. O primeiro problema advém da decisão dos tipos de atividades inovativas (esforço inovador) e da própria decisão de realização de inovações tecnológicas serem claramente estabelecidas pela empresa. Por isso, nem as firmas nem os insumos/resultados e,

consequentemente, as estratégias tecnológicas são selecionadas aleatoriamente da população, uma vez que a minoria das empresas realiza algum tipo de inovação tecnológica. Por outro lado, o problema de viés de simultaneidade decorre do entendimento da inovação tecnológica provir de um processo de interação entre fatores externos e internos à firma em que há a constante realimentação dos estágios anteriores a fim de solucionar problemas, conforme apresentado no modelo Elo da Cadeia. Já o problema de endogeneidade compreende principalmente a impossibilidade de distinguir se uma firma realizou inovações em um período porque apresentava determinadas características observáveis, ou se as características observáveis são determinantes da realização de inovações.

Então, dado que a atividade inovativa é um processo complexo e extremamente diversificado, a mensuração desse tipo de atividade deve observar atentamente essa característica. É sob esse contexto que se insere a perspectiva de representação da estratégia tecnológica via *surveys* de inovação, pois apenas esse tipo de pesquisa seria capaz de refletir a interação entre os diversos componentes da atividade inovativa (OECD, 1997). Ou seja, as pesquisas realizadas em países em desenvolvimento, como o Brasil, que se baseiam nas diretrizes do Manual Oslo (1997, 2005) podem captar de modo mais concreto a estratégia tecnológica da firma, dada a especificidade de cada país.

Assim, seguindo o marco proposto pelo Manual Oslo, a PINTEC – Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – é o *survey* de inovação brasileiro realizado pelo IBGE na forma de triênios a partir de 1998, sempre mensurando e identificando eventos passados. Ela é uma pesquisa de caráter amostral voltada para a construção de indicadores de atividades inovativas das empresas brasileiras com mais de dez empregados ocupados. Define-se a inovação tecnológica no caso brasileiro como a “implementação de produtos (bens ou serviços) ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados” no mercado ou na empresa (IBGE, 2007, p.20). Por meio dela, é possível comparar as principais estratégias

tecnológicas das empresas por meio da associação dos insumos e resultados da atividade inovativa.

Tironi e Koeller (2006) ressaltam que, ao seguir as recomendações do Manual Oslo (1997), as pesquisas PINTEC possibilitam tanto entender as características como o desempenho do sistema de inovação brasileiro de forma detalhada, permitindo comparações com os resultados de pesquisas semelhantes de outros países, conforme realizado por Kannebley e De Negri (2008). Nesse sentido, a adoção da abordagem do sujeito proposta por tal manual pela PINTEC baseia-se no entendimento da inovação como um meio para solucionar os problemas de qualquer etapa do processo produtivo, não sendo a pesquisa uma pré-condição para a existência da inovação. Assim, essa abordagem corrobora o modelo de inovação Elo da Cadeia e fornece esclarecimento sobre a relação entre as estratégias adotadas pelas empresas, o âmbito da concorrência de mercado e de crescimento, e os resultados obtidos por meio da inovação (IBGE, 2004, p.12).

Para o Brasil, por exemplo, as estratégias tecnológicas adotadas visando a combinação de esforços inovadores endógenos com a aquisição de tecnologias, compreendendo uma base de conhecimento maior, geralmente são adotadas por um número restrito de firmas. Por outro lado, o esforço inovador voltado unicamente para a aquisição de máquinas e equipamentos é encontrado facilmente no ambiente competitivo atual (BASTOS; REBOUÇAS; BIVAR, 2003).

Em suma, a representação das estratégias tecnológicas via *surveys* de inovação é possível pela própria estrutura desse tipo de pesquisa que consiste na auto-avaliação da importância dos diversos insumos, nos dispêndios em atividades inovativas e os impactos que o desenvolvimento tecnológico gera em termos de produtos, relações com o mercado e alterações no processo produtivo. É essencial frisar a complexidade dessa relação e a simultaneidade em que esses eventos acontecem com a atividade inovativa, uma vez que a

estratégia tecnológica foi estabelecida. Por isso, de modo a complementar a análise teórica, a seção seguinte trata de alguns pontos centrais da literatura empírica acerca das relações entre estratégias tecnológicas e desempenho das firmas nos países desenvolvidos e nos países em desenvolvimento, bem como alguns pontos adicionais acerca da literatura da inovação tecnológica.

3 Literatura empírica

Conforme dito na seção anterior, a relação insumo/resultados apresenta problemas de simultaneidade e de viés de seleção o que fazem com que o tratamento dessa relação seja cuidadoso, levando diversos autores a abordá-la indiretamente, seja determinando um sistema de equações simultâneas para descrever a atividade inovativa, como é o caso de Crépon, Duguet e Mairesse (1998), seja usando estatística multivariada, como é o caso de Sbragia, Kruglianskas e Arango-Alzate (2002), Kannebley Júnior e Selan (2007) e Kannebley Júnior e De Negri (2008).

Crépon, Duguet e Mairesse (1998), usando dados da indústria de manufatura da França no período de 1986-1990, procuram entender qual é o impacto da inovação na produtividade da empresa. Eles mostraram que o problema de simultaneidade tenderia a interagir com problemas de seleção e que algumas características da firma determinariam uma maior probabilidade de realização de atividades de P&D. Para contornar esse problema, os autores utilizam um sistema de equações simultâneas, em que as duas primeiras equações descrevem as atividades de pesquisa e os seus determinantes, a terceira é a própria equação da inovação e a quarta, a equação de resultados da inovação, simbolizada pelo aumento da produtividade. Seus resultados indicam que a produtividade é positivamente correlacionada com um resultado mais efetivo da inovação mesmo quando controlado pelas características da firma, o que pode ser um indício de uma estratégia tecnológica mais eficaz. Ademais, as

firmas inovativas são ligeiramente maiores do que aquelas que não inovaram, além de serem mais produtivas e mais intensivas em capital. Por outro lado, eles evidenciam que, mesmo utilizando os métodos econométricos mais difundidos, a simultaneidade ainda tende a interagir com problemas de seleção e que ambos os problemas (simultaneidade e seleção) são fontes geradoras de viés nos parâmetros estimados.

Sbragia, Kruglianskas e Arango-Alzate (2002) analisam as diferenças entre empresas brasileiras mais e menos brasileiras que fazem parte da ANPEI – Associação Nacional de Empresas Inovadoras – para o ano de 1999, estabelecendo uma tipologia baseada em indicadores de capacitação e inovação tecnológica por meio da correlação canônica[6]. Para isso, eles dividem as 61 empresas da amostra em dois grupos: capacitadas e inovadoras. As primeiras empresas apenas apresentam recursos humanos necessários para desenvolver atividades de P&D, como profissionais com alta qualificação, enquanto que as inovadoras são aquelas que efetivamente usam seus recursos de tal forma a se destacarem nos resultados da atividade de P&D, como o lançamento de novos produtos no mercado. Seus resultados indicam que, em média, as empresas de pequeno porte são as que se mostram mais inovadoras, pois o seu nível de projetos inacabados é menor. Além disso, sugerem que as empresas mais inovadoras apresentam dispêndios maiores para o desenvolvimento de atividades de P&D, corroborando a hipótese de que as empresas menos inovadoras prefeririam efetuar imobilizações para a inovação e adquirir tecnologia externamente, enquanto as mais inovadoras privilegiam os dispêndios com pessoal interno, apresentando, assim, estratégias tecnológicas mais densas.

Seguindo essa linha, Kannebley e Selan (2007) analisam a relação entre o esforço inovador e os resultados da atividade inovativa da indústria de transformação do Estado de São Paulo entre 1999 e 2001. A fim de não estabelecer uma relação causal, os autores

[6] Apenas para ilustração, correlação canônica é uma extensão da correlação múltipla, cujo princípio é relacionar uma variável dependente a um conjunto de variáveis independentes. Para maiores informações, vide Rencher (2002).

utilizam estatística multivariada com árvores de classificação e regressão e análises de clusters. A princípio, seus resultados mostram que há uma relação entre a probabilidade de inovar em produto para o mercado e algumas características observáveis da firma, como a origem estrangeira do capital controlador e as especificidades setoriais. Para as firmas nacionais e inovadoras em produto para o mercado, as estratégias tecnológicas e competitivas focavam o mercado interno, apesar de existir a possibilidade de atuação no mercado exterior. Além disso, mesmo com uma relação direta entre produtividade do trabalho e probabilidade da empresa ser inovadora em produto, o comportamento tecnológico das firmas que introduziram produtos novos apenas para a empresa é inferior em termos de esforço interno quando comparada àquelas que inovaram em produto para o mercado por focar na aquisição de máquinas e equipamentos. Por isso, eles mostram que a maior parte do esforço tecnológico promovido pelas empresas objetiva manter as condições competitivas de cada firma inovadora.

No que concerne à relação entre a estratégia tecnológica e o desempenho da firma, Benieto (2003), usando dados da indústria de manufatura espanhola no período de 1990 a 1996, propõe-se a analisar como as firmas utilizam diferentes estratégias tecnológicas para obter inovações e melhores desempenhos. Para tanto, a composição dos investimentos formais da firma em tecnologia, a quantidade de dispêndios em atividades inovativas externas e a relação entre os recursos internos e a quantidade final alocada para recursos inovativos da empresa são pontos cruciais para o estabelecimento da estratégia tecnológica por esse autor. De modo geral, então, as empresas industriais espanholas instaladas em mercados amplamente competitivos geram internamente as inovações por possibilitar a manutenção e/ou ampliação do *market share* da firma, caracterizando uma estratégia tecnológica centrada de conhecimento. Essas estratégias sugerem uma relação com o médio/longo prazo, sendo a

promoção de esforços inovadores sustentáveis ao longo do tempo o principal objetivo das políticas governamentais.

Em concordância com Benieto (2003), Montoya, Zárate e Martín (2007) analisam o grau de influência da estratégia tecnológica no crescimento da produtividade das empresas espanholas pertencentes a setores de alta intensidade tecnológica entre 1994 e 1999, usando instrumentos econométricos de dados em painel. Para eles, a estratégia tecnológica, que envolve tanto os dispêndios em atividades de P&D como fontes de inovação, impacta, por exemplo, na produtividade da firma industrial espanhola. Sugerem, também, que as empresas inovadoras não apenas precisam investir uma quantidade considerável de recursos para aumentar o desempenho da firma, mas também precisam escolher como eles serão integrados aos demais departamentos da firma e utilizados para o desenvolvimento de inovações. Ou seja, empresas que optam por altos investimentos em diversos tipos de recursos para a inovação obtiveram melhores desempenhos quando desenvolviam a atividade inovativa internamente. Além disso, em setores intensivos em tecnologia, a estratégia tecnológica desempenha um papel crucial na determinação do desempenho da firma, sendo que um aumento na decisão por fontes tecnológicas implica a redução marginal no valor do produto.

Sob esse ponto de vista de diferenciação entre setores de alta e baixa intensidade tecnológica, Kannebley e De Negri (2008) comparam as possíveis representações das estratégias tecnológicas das empresas industriais brasileiras, argentinas e mexicanas no período de 1998 a 2001, por meio da estatística multivariada. Considerando inicialmente o caso argentino, é forte a relação entre a orientação exportadora das firmas e a adoção da estratégia tecnológica, ocasionando um nível mais elevado de impacto das atividades inovativas em setores altamente intensivos em tecnologia. O elevado nível de dispêndio em P&D interno alocado pelos setores altamente intensivos em tecnologia que geram impactos distintos entre exportadoras e não exportadoras. Em setores de baixa intensidade tecnológica,

a distinção entre estratégias tecnológicas também ocorre pela orientação exportadora, já que uma base de conhecimento mais ampla é usada pelas exportadoras, mas não necessariamente há uma relação com a obtenção de altos impactos com as inovações promovidas. Assim, a orientação exportadora é o fator distintivo entre estratégias tecnológicas adotadas pelas firmas industriais argentinas, sendo associada a um nível mais elevado de impacto, quando se considera os setores altamente intensivos em tecnologia, já que existem diferenças entre esses setores e os de baixa intensidade tecnológica. O caso brasileiro das firmas de setores de baixa intensidade tecnológica, por sua vez, concentra estratégias tecnológicas baseadas no conhecimento amplo e na aquisição de máquinas, mas com impactos mais concentrados no mercado interno e em certa medida na obtenção de patentes. Os autores mostram que existe uma clara associação entre esforço tecnológico, características das firmas e o desempenho econômico das empresas que inovaram em produto. As firmas não exportadoras de setores de baixa intensidade tecnológica têm uma base de conhecimento ampla com altos dispêndios em atividades inovativas, mas impactos centrados na manutenção do *market share*. Já as exportadoras têm gastos menores, focados na aquisição de máquinas e equipamentos, e a manutenção da participação no mercado é o principal impacto da inovação realizada. Já para os setores de alta intensidade tecnológica brasileiros, a participação das firmas em grupos empresariais aparenta ser um determinante para uma estratégia tecnológica mais ampla em termos de conhecimento, mas com impactos voltados para o mercado interno.

Por outro lado, as grandes empresas mexicanas de setores de baixa intensidade tecnológica estabelecem uma estratégia tecnológica mais restrita de conhecimento voltada para a manutenção/ampliação do seu *market share*. É importante ressaltar, no caso mexicano, que as empresas multinacionais altamente intensivas em tecnologia apresentam elevado esforço tecnológico o que conduz a um nível mais elevado de impacto comparativamente às empresas nacionais. Por fim, Kannebley e De Negri (2008) concluem que, para os três países

analisados, as heterogeneidades das empresas (características observáveis ou probabilidade de inovar em produto para o mercado) são importantes determinantes na adoção das estratégias tecnológicas, mas não há, entretanto, um padrão comparativo entre os países.

Arruda, Vermulm e Hollanda (2004), analisando o padrão tecnológico brasileiro entre 1998 e 2000, afirmam que, em setores altamente intensivos em tecnologia, o comportamento tecnológico de aplicação de recursos em P&D tende a ser um fator determinante no desempenho da firma já que a inovação tecnológica é um requisito básico para a sobrevivência nesse tipo de setor. Portanto, as estratégias tecnológicas nesse setor são fortemente baseadas no conhecimento e conduzem a resultados mais efetivos. Por outro lado, quando se compara os setores de menor intensidade tecnológica, as estratégias tecnológicas são os fatores de diferenciação competitiva relativamente às firmas mais dinâmicas desse setor, em termos de atendimento às necessidades dos clientes via melhoramento dos produtos.

Focando-se unicamente na classificação de estratégias tecnológicas, Vaona e Pianta (2008) analisam a relação entre as estratégias de inovação e o tamanho das firmas de 22 setores industriais de oito países europeus no período de 1994 a 1996. Utilizando a caracterização de estratégias de inovação fornecida por Antonucci e Pianta (2002), os autores mostram que o desenvolvimento de inovações em produto e em processo está associado a diferentes insumos inovativos e, portanto, diferentes estratégias empresariais e tecnológicas. Suas conclusões mostram que as firmas com estratégias que focam a competitividade tecnológica, associadas às inovações em produto, procuram novos mercados e atividades de patentes. Enquanto as estratégias de competitividade via preços baseiam-se em inovações em processo, adquirindo novas máquinas e equipamentos, reestruturando a produção via flexibilidade e estratégias de expansão de mercados.

Ao comparar essas características segundo o tamanho das firmas, constata-se que firmas de pequeno e médio porte se comportam de maneira similar com patentes trazendo

novos produtos, bem como a procura pela flexibilidade de novos processos e mudanças organizacionais. Já para as empresas de grande porte, o papel determinante da estratégia empresarial é a expansão de mercado com a aquisição de novas máquinas que têm maiores efeitos em inovações em processo. Ou seja, pequenas e médias empresas procuram novos processos que estão associados a estratégias voltadas para flexibilidade e mudanças organizacionais das firmas, enquanto as empresas de maior porte buscam a poder de mercado sobrepujando a estratégia tecnológica quando a introdução de novos produtos não é efetiva.

Em suma, dados os problemas de simultaneidade e de endogeneidade que a relação entre insumos e resultados traz para a representatividade da estratégia tecnológica, o presente trabalho segue a tipologia de estratégias tecnológicas apresentadas em Antonucci e Pianta (2002) e Prochnik e Araújo (2005). O próximo capítulo ilustra a metodologia multivariada aplicada no trabalho a fim de mostrar as representações das estratégias tecnológicas entre 2001 e 2005 das empresas brasileiras que inovaram entre 2003 e 2005, bem como uma breve descrição da amostra. Essa metodologia contorna os problemas de estimação quando se analisam dados de empresas inovadoras, uma vez que é usada de modo exploratório.

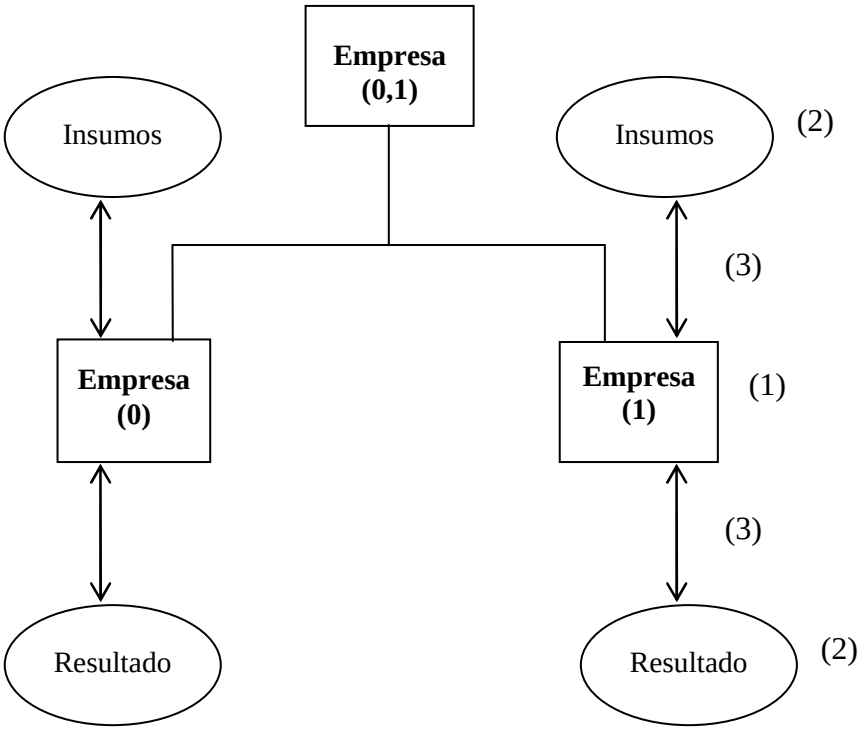
II – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E A BASE DE DADOS

Este capítulo 2 apresenta a metodologia de pesquisa, aprimorando os métodos estatísticos utilizados em Kannebley e Selan (2007) com os procedimentos de análise multivariada adotados em Kannebley e De Negri (2008). São apresentadas, inicialmente, as etapas empíricas do trabalho com seus respectivos instrumentos estatísticos. Por fim, a segunda seção apresenta algumas informações acerca da base de dados utilizada nesse trabalho.

1 Divisão empírica do trabalho

A presença do problema de simultaneidade em estudos que avaliam a relação entre insumos da atividade inovativa e os resultados da inovação exige que, empiricamente, esse trabalho evite estabelecer uma relação causal entre os fatores, conforme desenvolvido no arcabouço teórico do capítulo anterior. Deste modo, o que se propõe é uma possível associação entre eles a fim de representar a estratégia tecnológica da empresa de modo *ex-post*. Sinteticamente, propõe-se a relação entre os insumos, a empresa e os resultados, como ilustra o esquema abaixo, via a metodologia de Kannebley e De Negri (2008), e com um conjunto de informações amplo e recente, a PINTEC de 2001 a 2005[7].

[7] Essa representação é metodologicamente similar àquela utilizada por Sbragia, Kruglianskas e Arango-Alzate (2002), e encontra uma representação parcialmente semelhante no trabalho de Crépon, Duguet e Mairesse (1998).



Partindo da suposição de existência de uma relação entre as características observáveis das empresas e a estratégia tecnológica da firma, descrita pela relação insumo-empresa-resultado, a estratégia empírica do trabalho é partir desse trinômio e representar a estratégia tecnológica: empresas e insumos/resultados. O objetivo final do trabalho será comparar as representações das estratégias tecnológicas das firmas inovadoras presentes na PINTEC de 2003-2005 nos triênios de 2001-2003 e de 2003-2005 a fim de verificar se o comportamento inovador de 2003-2005 já ocorria anteriormente. Ou seja, se o comportamento inovador era dependente da característica da firma ou se houve modificação entre os triênios. Sendo assim, o trabalho está dividido em três partes seqüenciais e complementares, a saber: determinação das categorias de empresas representadas no esquema pelo número 1 (via árvores de classificação e regressão), determinação das categorias de insumos e resultados (representada pelos números 2, via análise de cluster) e a relação entre esses dois tipos de categorias (representada pelo número 3, via análise de correspondência).

1.1 Metodologia das árvores de classificação e regressão: categorias de empresas

Para a identificação das características observáveis das empresas inovadoras emprega-se a metodologia de Árvores de Classificação e Regressão utilizada em Kannebley e Selan (2007) e Kannebley e De Negri (2008). Uma árvore de classificação e regressão é uma regra para predizer uma variável dependente categórica por meio dos valores das suas variáveis preditoras. É construída exaustivamente pela divisão de uma amostra de dados em que a variável dependente e os valores das variáveis preditoras para cada caso sejam conhecidas.

Uma árvore binária com 3 níveis de classificação pode ser ilustrada pelo diagrama 1 abaixo. Ela é composta por 'nós' e ramos de classificações, contendo o 'nó' raiz – aquele que inicia a árvore – todas as informações da amostra e representando a variável dependente Y, com o número de observações para cada uma das duas categorias (0 e 1 no caso). Com a expansão da árvore, os dados são ramificados em subconjuntos mutuamente exclusivos que formam os ramos da árvore. No nível seguinte da árvore, a amostra é dividida segundo o melhor preditor de Y, a variável explicativa X_1, e o 'nó' 1 tem o subconjunto de informações de Y, classificada segundo uma regra do tipo $X_1 < c$, enquanto que o 'nó' 2 segue a regra $X_1 \geq c$, em que c é um número ou categoria qualquer correspondente à variável X_1. Esses 'nós' contêm informações sobre as freqüências da variável Y relacionadas a cada subgrupo definido segundo as combinações (Y, X_1<c) e (Y, $X_1 \geq c$). Posteriormente, os 'nós' 1 e 2 são os 'pais' dos nós seguintes, que iram ser determinados, novamente, pelo melhor preditor. Para o 'nó' 1, o melhor preditor é a variável X_2, enquanto que para o 'nó' 2, a variável X_3. Esses 'nós' contêm informações sobre as freqüências da variável Y relacionadas a cada subgrupo definido segundo as combinações (Y, X_1, X_2) e (Y, X_1, X_3), e por serem os últimos 'nós' são os chamados nós terminais. São as combinações de variáveis explicativas compreendidas pelos nós terminais que formarão as categorias de empresas.

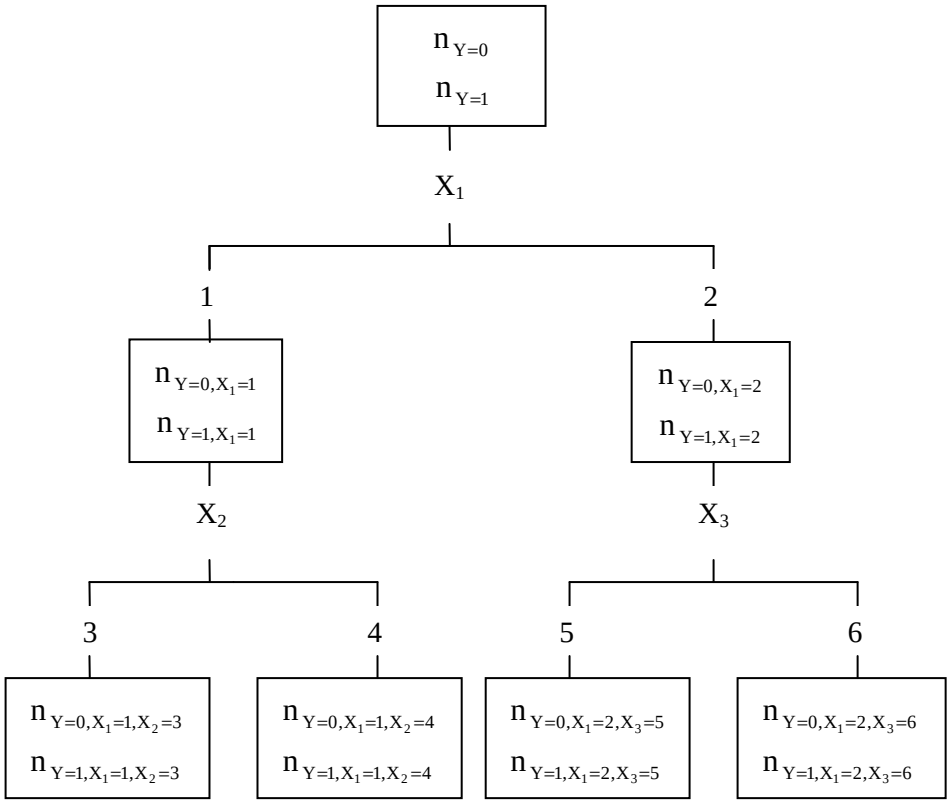


Diagrama 1 – Árvore de Classificação e Regressão

Por produzir uma árvore não-viesada e permitir a partição binária dos nós, o método de estimação QUEST – Quick, Unbiased, Efficient, Statistical Tree – é o mais indicado. Proposto por Loh e Shih (1997), o QUEST é um algoritmo de classificação que resulta em uma árvore binária, permitindo reduzir a complexidade da análise e admitindo análises de benefício-custo por meio de regras de poda, em que são retirados os nós que não são significantes estatisticamente para a variável dependente. Assim, o que Loh e Shih (1997) propõem é a partição dos nós e a escolha das variáveis explicativas separadamente, sendo o algoritmo de partição dependente do fato da variável preditora ser ordinal, contínua ou nominal.

Para a estimação, é necessário estabelecer a extensão da árvore por meio do número máximo de níveis de nós da árvore, as freqüências mínimas de casos nos nós pais e filhos e a classificação por meio dos custos de má classificação para as categorias da variável

dependente, já que esses fatores influenciam os resultados obtidos pela árvore[8]. Ademais, a precisão de uma árvore é determinada por $1 - Risco$, com $Risco = \left(\frac{N_{AM} + N_{BM}}{N_A + N_B} \right) \times 100$ que advém da matriz de classificação cuja forma é a seguinte:

	Categoria observada	
Categoria predita	Classe A	Classe B
Classe A	N_{AC}	N_{AM}
Classe B	N_{BM}	N_{BC}

em que
N_{iC} é número de observações corretamente classificadas com i = A,B
N_{iM} é número de observações incorretamente classificadas com i = A,B
$N_i = N_{iC} + N_{iM}$ com i = A,B

A fim de determinar os subconjuntos de categorias de empresas inovadoras, simbolizados pelos nós terminais das árvores, algumas variáveis foram selecionadas para representar as características observáveis das empresas. O conjunto de variáveis utilizadas é apresentado no quadro 2 abaixo, contemplando variáveis das bases de dados PINTEC (Pesquisa de Inovação Tecnológica), RAIS (Relação Anual de Informações Sociais) realizada pelo Ministério do Trabalho, e SECEX (Secretaria de Comércio Exterior) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior entre 2003 e 2005[9]. Conforme pode ser observado no quadro 2, a árvore a ser estimada terá como variável dependente a inovação que discrimina as empresas inovadoras em processo daquelas que inovaram conjuntamente em produto e processo. Não se consideram as inovações apenas em produto em decorrência do baixo percentual de empresas desse tipo de inovação, conforme será apresentado mais a frente. As variáveis preditoras são o tamanho da firma, a orientação exportadora, a idade da firma, a qualificação do trabalho, a origem do capital controlador, o fato da firma pertencer a

[8] Os custos de má classificação são formas de se penalizar a classificação de uma empresa em uma categoria a qual não pertence.
[9] O cruzamento de informações da base de dados é fundamental, pois fornece um quadro mais refinado do desempenho das firmas, segundo as conclusões de Bastos, Rebouças e Bivar (2003). Ressalta-se que não se tem posse física do banco de dados e que ele foi concretizado pelo IPEA.

um grupo empresarial e os efeitos setoriais de intensidade tecnológica, intensidade do fator produtivo e categoria de uso.

Quadro 2 – Variáveis utilizadas para caracterizar as empresas inovadoras brasileiras[10]

Variável	Variável Empírica	Transformações	Base de dados
Inovação (dependente)	Empresas inovadoras em produto e/ou processo (INOVA2)	Categórica 0 = Inova apenas em processo 1 = Inova em produto e processo	PINTEC
Tamanho da Firma	Número de Pessoal Ocupado Total na Empresa (LNPOE)	Logarítmica	PINTEC
	Receita Líquida de vendas (LNRLVE)	Logarítmica	PINTEC
Orientação Exportadora	Atividade exportadora (ATIV_EXPORT)	Categórica 0 = Não Exporta 1 = Exporta Eventualmente 2 = Exporta Regularmente	SECEX
Grupo Empresarial	Empresa pertencente a um grupo (GRUPO)	Categórica 0 = Independente 1 = Pertence a grupo empresarial	PINTEC
Idade da empresa	Idade média da empresa em anos (EMPR_ANO)	Contínua	RAIS
Qualificação do Trabalho	Razão entre a qualificação do trabalhador segundo os níveis de instrução e a qualificação média da empresa em 2005	Contínua Proporção de func. com 1º grau (PROP_1GR) Proporção de func. com 2º grau (PROP_2GR) Proporção de func. com 3º grau (PROP_3GR)	RAIS
Origem do Capital Controlador	Origem do capital controlador da empresa (ORIGEM)	Categórica 1 = Nacional 2 = Estrangeiro 3 = Misto	PINTEC
Efeitos Setoriais[11]	Intensidade tecnológica (INTENS_TEC)	1 = Baixa intensidade 2 = Média-Baixa intensidade 3 = Média-Alta intensidade 4 = Alta intensidade	PINTEC
	Intensidade do fator de produção (INTENS_F)	1 = Recursos Naturais 2 = Trabalho 3 = Capital e Tecnologia	
	Categoria de uso (CNAE_USO)	1 = Extrativa 2 = Bens de consumo não-durável 3 = Bens de consumo durável 4 = Bens intermediários	

[10] A adoção dessas variáveis é justificada em Kannebley, Porto e Pazello (2005).

[11] A construção da variável de intensidade tecnológica seguiu a orientação de Feijó, Carvalho e Rodriguez (2003), enquanto que a classificação dos setores em fatores produtivos baseou-se na proposta de Moreira (1999) e as categorias de uso seguiram a proposta de Kannebley e De Negri (2008).

Para entender a relação entre as variáveis selecionadas e a probabilidade de inovar, algumas predições teóricas e empíricas podem ser feitas. A literatura empírica sugere a relação exportação-inovação está sujeita ao problema de simultaneidade, já que a tecnologia aprimora a capacidade de competição da firma quando ela busca a sobrevivência em ambientes de alta pressão competitiva, mas também a orientação exportadora incentiva a firma em investir em atividades inovativas a fim de enfrentar os mercados internacionais mais competitivos. Para essa relação, Roper e Love (2002) mostram que existe um efeito positivo na probabilidade de exportar quando a firma realiza inovações em produto. Assim, as inovações podem objetivar uma demanda mais exigente via novos produtos e sustentar a posição da firma diante das pressões do mercado internacional.

Já em termos de qualificação da mão-de-obra, é necessário entender que tanto o perfil da mão-de-obra afeta o desempenho tecnológico das firmas como o fato de uma firma ter inovado exigir modificações na demanda por mão-de-obra, pois a existência de trabalhadores qualificados pode ser um fator complementador da produção de inovações tecnológicas. Sob esse aspecto, Rao et alii (2002) sugerem que empregados mais experientes e com nível universitário são, somados a outros fatores, os condutores da inovação tecnológica no nível da firma. Além disso, a diversidade de formações dentro da firma pode facilitar o acesso e a assimilação de variados níveis de conhecimento desenvolvidos externamente. A variável de idade da firma, por sua vez, é essencial para a atividade inovativa, pois existem dois argumentos para essa relação: firmas novas podem realizar inovações que tragam mudanças, e as firmas mais velhas que apresentam aprendizado acumulado e mantêm o comportamento inovativo. Para o primeiro caso, Huergo e Jaumandreu (2004) mostram que, geralmente, as firmas recém instaladas, apesar de serem de pequeno porte, são altamente inovativas. Para eles, empresas entrantes no mercado tendem a apresentar maior probabilidade de inovar, assim como as de idade intermediária. Para o caso das firmas mais velhas, Kannebley (2004)

argumenta que quanto maior o tempo de constituição da empresa, maior será a acumulação de aprendizado em diferentes áreas internas, favorecendo a manutenção de um comportamento inovador ao longo do tempo.

A ideia de que a inovação e o tamanho da firma estão relacionados é uma das hipóteses propostas no trabalho de Schumpeter (1934). Para ele, a relação era positiva conforme o crescimento da firma. Assim, grandes empresas deveriam estar em melhores posições quanto à produção de P&D comparativamente as demais. Cohen e Klepper (1996) encontram evidências de que o tamanho da firma é altamente significativo para determinar o engajamento da firma em atividades de inovação e Janz, Lööf e Peters (2003) confirmam que a probabilidade de inovar aumenta com o tamanho da firma.

Por outro lado, Braga e Willmore (1991) e Janz, Lööf e Peters (2003) evidenciam que as firmas de capital estrangeiro tendem a concentrar a atividade de P&D nos seus países de origem, o que pode levar a um esforço tecnológico negativo em relação à matriz. No entanto, comparativamente às firmas de capital nacional, é possível que esse esforço seja superior dada a maior eficiência que elas apresentam com sua base de conhecimento maior. As firmas nacionais, por outro lado, reagem a essas alterações no mercado de modo a aumentar a competição via inovação tecnológica. Ou seja, as firmas nacionais podem realizar grandes dispêndios com P&D quando voltados à adaptação de produtos e de processos importados. Janz, Lööf e Peters (2003) mostram que ser parte de um grupo de firmas pode afetar o engajamento da empresa na inovação tecnológica, já que firmas de um grupo são mais prováveis de se especializarem e apresentarem uma base de conhecimento maior, tornando a inovação tecnológica mais fácil dadas as informações disponíveis no grupo.

Em termos de efeitos setoriais, Pavitt (1984) evidencia que o setor industrial tem um papel fundamental na probabilidade de inovar, já que setores intensivos em escala e em fornecedores não especializados tendem a realizar inovações em processo por serem sistemas

produtivos complexos que terem na tecnologia a possibilidade de redução de custos, enquanto as inovações em produto e processo se relacionam a setores intensivos em tecnologia ou com fornecedores especializados que apresentam alta dependência do conhecimento voltado para a redução de custos e no aprimoramento dos produtos.

1.2 Categorias de insumos e resultados: análise de *clusters*

Para as categorias de insumos/resultados foram realizadas análises de cluster com as variáveis compreendidas pelo esforço inovador e com as variáveis representativas do resultado da atividade inovativa da empresa que eram comuns entre as duas pesquisas[12]. A análise de *cluster* consiste basicamente em examinar relações entre todo o conjunto de variáveis, classificando os objetos em grupos relativamente homogêneos e com agrupamentos bem distintos entre si, sem para tanto distinguir entre variáveis independentes e variáveis dependentes. Além disso, não requer informação *a priori* acerca da composição do agrupamento para qualquer de seus objetos.

São diversos os procedimentos para a realização de uma análise de *cluster*, porém, dentro do escopo desse trabalho, utilizou-se o não-hierárquico que visa reunir observações em K agrupamentos mutuamente exclusivos baseados na combinação interna de variáveis usadas para formar os clusters. O método K-medians da análise não-hierárquica foi escolhido para ser a ferramenta estatística por ter maior estabilidade na definição dos centróides dos clusters, já que o método K-means é muito sensível aos valores extremos possivelmente presentes na amostra. A decisão de utilização de quatro agrupamentos em todos os casos seguiu as práticas de Kannebley e De Negri (2008). Semelhante ao K-means, o algoritmo do K-medians determina que o centróide de cada agrupamento seja a mediana de todos os pontos do conjunto de observações. Ademais, uma das características desse método, assim como do K-

[12] Determinou-se que seria realizada uma análise de *cluster* separadamente para fontes de informação, atividade inovativa, percentual de dispêndios em atividades inovativas e os impactos da inovação.

means, é minimização da distância das observações em relação ao centróide de determinado cluster. Para esse propósito, adotou-se a minimização dos quadrados das distâncias Euclidianas para todos os agrupamentos.

Para formar essas categorias, então, algumas sugestões para a determinação dos indicadores de insumos e resultados são feitas por diversos autores. Sbragia, Kruglianskas e Camargo (1998), por exemplo, mostram que as despesas em P&D de acordo com o faturamento da empresa; as despesas em aquisição de tecnologias; os investimentos de capital para P&D; a alocação de pessoal para P&D seriam possíveis indicadores do esforço inovador, enquanto os resultados poderiam ser as receitas advindas de novos produtos e a economia de custos decorrentes de melhorias no processo. Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007) concordam que o principal indicador do esforço tecnológico é o dispêndio em P&D, mas afirmam que não existe um consenso para a melhor medida de resultado da inovação tecnológica, já que todos os indicadores propostos são parcialmente extensões da inovação ou resultantes da mesma.

Por isso foi determinado um conjunto de insumos e de resultados do processo inovador, sendo descritos posteriormente no quadro 3. Seguindo as tipologias propostas no capítulo teórico, compõem o esforço inovador a utilização das diversas fontes de informação, as atividades inovativas disponíveis nas PINTECs e os percentuais de dispêndios dessas atividades relativos à receita líquida de vendas. O conjunto de variáveis de impactos consiste nas variáveis presentes em ambas as pesquisas e compreende impactos no produto, no processo produtivo e nas relações de mercado[13]. É importante ressaltar que apenas as variáveis de dispêndio das atividades inovativas foram construídas pela razão entre cada dispêndio e a receita líquida de vendas, enquanto as demais variáveis são relativas ao grau de importância das fontes de informação, das atividades inovativas e dos impactos da inovação.

[13] A categoria *importante* (1) é o resultado da junção das respostas “Alta” ou “Média” importância, enquanto a categoria *sem importância* (0) congrega as respostas “Baixa importância” e “Não relevante”, sendo, portanto uma variável *dummy* representativa do grau de importância.

Quadro 3 – Insumos e resultados das empresas inovadoras[14]

Variáveis
Insumos
Atividades inovativas
. Atividade de P&D (PeDI)
. Aquisição de máquinas e equipamentos (AQMEQ)
. Treinamento (TREIN)
. Introdução das inovações tecnológicas no mercado (IMEC)
. Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição (PRJI)
Dispêndio das atividades inovativas*[15]
. Atividade de P&D (EPeDI)
. Aquisição de máquinas e equipamentos (EAQMEQ)
. Treinamento (ETREIN)
. Introdução das inovações tecnológicas no mercado (EIMEC)
. Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição (EPRJI)
* em relação a receita líquida de vendas
Fontes de informação
. Departamento de P&D (FPEDI)
. Outros departamentos (FOFI)
. Fornecedores de máquinas, equipamentos, materiais, componentes ou *softwares* (FFMQ)
. Clientes ou consumidores (FCC)
. Concorrentes (FCONC)
. Empresas de consultoria e consultores independentes (FECI)
. Universidades e institutos de educação superior (FUIP)
. Centros de capacitação profissional e assistência técnica (FCCP)
. Institutos de testes, ensaios e certificações (FIEC)
. Aquisição de licenças, patentes e *know-how* (FPAT)
. Conferências, encontros e publicações especializadas (FCONF)
. Feiras e exibições (FFEIRA)
. Redes de informações informatizadas (FRII)
Impactos das inovações
. Melhoria da qualidade dos produtos (QUALI)
. Ampliação da gama de produtos ofertados (GAMA)
. Manutenção da participação da empresa no mercado (MSHARE)
. Ampliação da participação da empresa no mercado (ASHARE)
. Permitir abrir novos mercados (NMERC)
. Aumento da capacidade produtiva (CAPROD)
. Aumento da flexibilidade da produção (FLEXPROD)
. Redução dos custos de produção (CUSTOPR)
. Redução dos custos do trabalho (CUSTOTRAB)
. Redução do consumo de matérias-primas (CUSTOMP)
. Redução do consumo de energia (CUSTOEN)
. Redução do consumo de água (CUSTOAG)

[14] Tanto as variáveis de insumo como as variáveis de resultados referem-se aos triênios 2001-2003 e 2003-2005.

[15] Salienta-se que, apesar de todo conjunto de informação ser cabível a erros, tentou-se minimizar possíveis erros de digitação e/ou informação dos respondentes. Por isso, as variáveis de percentual de dispêndio da atividade inovativa que tiveram seus valores acima de 100% foram excluídos da amostra. Ademais, utilizou-se o peso amostral (calculado pelo IBGE) para realizar todas as estimativas do trabalho.

1.3 A análise de correspondência

Estimados esses dois conjuntos de variáveis categóricas (categorias de empresas e categorias de insumos e resultados), realizam-se análises de correspondência bivariadas entre as características observáveis das empresas, representadas pelos nós terminais das árvores estimadas, e os *clusters* gerados para insumos e resultados. Esse procedimento tem como intuito compreender a estratégia tecnológica da empresa, por meio das associações entre categorias de insumos e resultados da atividade inovativas condicional às categorias de empresas.

A análise de correspondência foi proposta inicialmente por Hirschfeld (1935) e consiste em um instrumento estatístico exploratório multivariado que converte uma grande matriz de dados não-negativa em um espaço dimensional gráfico menor e particular em que as linhas e as colunas da matriz são descritos como pontos no gráfico do R^n. É usada, então, para identificar relações sistemáticas entre variáveis quando o pesquisador não faz considerações *a priori* acerca delas, em decorrência da distância entre os pontos de um espaço n-dimensional conter todas as informações acerca da similaridade entre linhas ou colunas. Adicionalmente, a natureza multivariada da análise de correspondência consegue revelar certas relações que não seriam detectadas via comparação pareada das variáveis (GREENACRE; HASTIE, 1987; JOHNSON; WICHERN, 2002, RENCHER, 2002; PEREIRA, 1999).

Higgs (1991) afirma, conseqüentemente, que a análise de correspondência compara os perfis das linhas e determina como elas se diferenciam entre si e do perfil médio. Ou seja, permite a comparação entre os perfis das linhas (nós terminais) e das colunas (clusters de insumos/resultados) com seus respectivos perfis médios, permitindo também a associação entre linhas e colunas. Para um bom entendimento da estratégia empírica, é preciso considerar que o plano de análise aqui é essencialmente de natureza exploratória, não apresentando relações de causa e efeito, mas evidenciando a existência de associações entre as variáveis.

Esse é um método variante da análise de componentes principais, uma vez que ambas calculam a distância entre as variáveis e fornecem “displays” gráficos, mas a análise de componentes principais envolve a distância Euclidiana, enquanto a distância chi-quadrada é usada na análise de correspondência (BAR-HEN; MORTIER, 2004). A análise de correspondência, então, exige do pesquisador o entendimento de um conceito fundamental dessa técnica: a inércia total. A inércia total é uma razão entre a medida *Pearson* qui-quadrada da tabela de contingência e o total absoluto dela. Essa medida evidencia se os desvios do perfil dos nós terminais e do perfil dos clusters influenciam a hipótese de homogeneidade entre esses padrões. Por isso, testar a hipótese de independência entre as variáveis possibilita encontrar se há padrões de freqüência distintos para os nós terminais. Isto é, se os nós terminais e as categorias de cluster são independentes seria de se esperar que os nós terminais das tabelas de contingência tenham perfis similares e que os clusters também sejam semelhantes em termos de perfil.

Assim, por transformar uma matriz de dados em gráficos, é essencial saber como se interpretam as relações entre os nós terminais e os pontos correspondentes a insumos/resultados e se é possível interpretar a proximidade de dois pontos de conjuntos diferentes como uma associação. Assim, os elementos-chave para a interpretação correta desses gráficos podem ser pontuados da seguinte forma, conforme Greenacre e Hastie (1987) e Rencher (2002):

- pontos próximos à origem têm distribuição de perfis não diferenciáveis do perfil médio (origem é o centróide das nuvens de nós terminais e de clusters)[16].
- conjuntos de pontos situados longe da origem, mas próximos uns dos outros têm perfis similares.

[16] As distâncias entre os pontos no plano bi-dimensional informam quais pontos-linha estão próximos e são similares relativamente às freqüências ao longo das colunas.

- quando da combinação das coordenadas das colunas e linhas em um único gráfico, é importante lembrar que se pode apenas interpretar as distâncias entre nós terminais e as distâncias entre clusters, mas não as distâncias entre nós terminais e clusters.
- para a associação entre nós terminais e clusters é necessário considerar o ângulo formado entre essas duas categorias. Ângulos agudos indicam combinação positiva, ângulos obtusos, relação negativa, e ângulos retos significam que não associação entre as categorias. Ou seja, se um nó terminal está próximo a um cluster, a combinação das categorias dessas variáveis ocorre com mais freqüência do que se as variáveis fossem independentes.

Por último, realiza-se a inferência a partir do cálculo de resíduos padronizados das respectivas tabelas de contingência, já que eles informam se a diferença entre a freqüência observada e esperada apresentada em cada célula é estatisticamente significante, utilizando a distribuição normal para a realização do teste de hipótese (PEREIRA, 1999). Ou seja, essa parte final da análise revela os padrões característicos de cada nó terminal por meio do excesso ou não de ocorrências de combinações com os clusters de insumos/resultados contida na tabela de contingência por simples aleatoriedade. Isso representa a possibilidade de contraste entre as relações dos nós terminais e categorias de *clusters*, sendo que uma relação mais forte entre essas duas categorias vis-à-vis as demais não pressupõe a existência de efeitos causais entre nós terminais e categorias de agrupamentos.

2 Análise descritiva dos dados

O período 2001-2005 pode ser dividido em duas fases: um período cercado de instabilidades que vai de 2001 a meados de 2003, e o segundo marcado pela superação dos entraves e crescimento de meados de 2003 a 2005. A existência de choques adversos de

origem interna e externa, em meados de 2001, inverteu as perspectivas favoráveis para a expansão da economia e ampliaram as incertezas na trajetória de crescimento da economia mundial. Internamente, o racionamento imposto pela crise de energia elétrica foi o principal entrave para a evolução industrial, enquanto que os desequilíbrios da economia argentina e os ataques terroristas aos Estados Unidos instabilizaram o cenário internacional.

Esse panorama desfavoreceu o crescimento da atividade industrial por conta da redução do dinamismo da indústria de transformação e da queda na sua capacidade instalada. Além disso, houve, por conta das pressões externas, impactos na taxa de câmbio e, consequentemente, no nível de preços que influenciaram também o baixo crescimento da economia brasileira. Esse cenário permaneceu em 2002 e foi agravado com as repercussões do processo eleitoral e da diminuição de financiamento externo para o Brasil, que se refletiram na depreciação da taxa de câmbio e na evolução do crédito.

Esse conjunto de fatores conduziu, em 2002, a uma redução nos investimentos e nos gastos com consumo de bens de maior valor agregado, gerando impactos negativos para a indústria. No entanto, esse mesmo cenário estimulou as exportações brasileiras e a produção interna de bens antes importados, já que a depreciação da taxa de câmbio dificultou a importação de máquinas e equipamentos. Destaca-se que, a taxa de câmbio foi, juntamente com a boa safra agrícola, o determinante essencial para a expansão do PIB do ano.

Ao longo do primeiro semestre de 2003, então, predominaram os desdobramentos do processo de transição política que geraram a elevação do risco-país, a redução de recursos externos e o consequente aprofundamento da depreciação da taxa de câmbio que impactaram no nível geral de preços. Tais fatores adversos e os mecanismos necessários para o ajuste implicaram no recuo expressivo da demanda interna. Então, um cenário instável e formado por fatores que desestimularam o investimento industrial corresponde ao primeiro momento da economia brasileira recente deste trabalho.

Em contrapartida, o segundo momento que se inicia no segundo semestre de 2003 trouxe a superação do episódio inflacionário, dissipando as incertezas acerca da condução da política econômica e possibilitando a volta do crescimento da atividade industrial. Esse crescimento esteve pautado pelo aumento da demanda por bens de consumo duráveis e de capital, além da continuidade dos altos níveis de exportações. O estímulo à demanda refletiu as alterações nas condições de crédito e na queda das taxas de juros que, juntamente com o desempenho das exportações e do aumento da produção de bens de capital, foram os principais fatores do crescimento da economia brasileira. Logo, a evolução da indústria esteve associada ao desempenho favorável do comércio exterior, bem como sofreu influências do crédito ao consumidor e da massa salarial do trabalhador. Esse comportamento se manteve em 2004, com o cumprimento das metas fiscais, o positivo desempenho do comércio exterior e a condução de uma política monetária visando à estabilidade de preços. Esse conjunto de medidas criou o ambiente necessário para a recuperação da economia com o aumento do número de contratações de mão-de-obra, elevação dos gastos de investimento e o superávit na balança comercial. No entanto, para manter um patamar estável de crescimento, foi necessária a condução de uma política monetária de gradual elevação da taxa de juros com o objetivo de trazer uma moderação do ritmo de expansão da economia e evitar impactos na taxa de inflação que trariam resultados negativos no desempenho da indústria.

O ano de 2004 foi, então, o marco para a recuperação do mercado interno, favorecido pelo crescimento do consumo via ampliação expressiva de crédito e da renda, a manutenção da importância das exportações, e a expansão da economia mundial. Esse panorama refletiu nos indicadores do mercado de trabalho, com criação generalizada de novos postos de trabalho. Por sua vez, 2005 foi condicionado pela continuidade da política monetária de ganhos relacionados à estabilidade de preços e do comércio externo favorável, mas apresentou incertezas no meio político, o que marcou as variações no comportamento do investimento

com expansões e movimentos de ajuste de estoques pela indústria e resultaram na queda dos investimentos. Com o esgotamento do processo de ajuste de estoques e com a intensificação da atividade econômica, houve a retomada do investimento e a sustentação do crescimento do consumo. A retomada do investimento trouxe desdobramentos favoráveis para o aumento da capacidade produtiva, implicando continuidade da expansão do nível de atividade, que também foi favorecida pela continuidade do desempenho do comércio externo. Por fim, os indicadores do mercado de trabalho repetiram o comportamento de 2004, impactando na ampliação do nível salarial e na redução da taxa de desemprego. Além disso, é evidente o atrelamento do ciclo econômico brasileiro desse período à expansão da economia mundial via commodities e produtos de baixo conteúdo tecnológico.

Partindo desse panorama macroeconômico, algumas considerações acerca das variáveis a serem utilizadas no trabalho e a construção da amostra são necessárias. Inicialmente, em um universo de 84.3 mil firmas no triênio 2001-2003, apenas 10.027 empresas industriais realizaram inovações em produto e processo. Para 2003-2005, por outro lado, o universo de empresas passou a abranger aproximadamente 93 mil firmas, mas o número de empresas que inovaram em produto e processo permaneceu estável, com apenas 10.092 empresas industriais para esse tipo de inovação. Além disso, a principal diferenciação entre os dois triênios foi a composição da inovação. Entre 2001-2003, as firmas se orientaram para a inovação em produto e processo, enquanto que para o segundo triênio, houve uma leve predominância da inovação em processo, mas ainda uma grande participação das inovadoras em produto e processo. Assim, como o foco é entender as estratégias tecnológicas das firmas inovadoras em produto e processo e das inovadoras apenas em processo, escolheu-se pela utilização dos dados das inovadoras fornecidos pela PINTEC-2005, compreendendo o período de 2003 a 2005.

A tabela 1 fornece informações acerca do número de empresas que declararam ter realizado algum tipo de inovação nos triênios 2001-2003 e 2003-2005, de acordo com a diferenciação inovar em produto, em processo e em produto e processo. Percebe-se o predomínio das inovadoras em processo e em produto e processo nos dois triênios, sendo a proporção desses dois tipos de inovação relativamente similares, o que traz benefícios na comparação de estratégias tecnológicas entre essas inovações. Percebe-se, também, que o percentual de empresas inovadoras em produto para ambos os triênios foi inferior a 10%, o que indica uma restrição das empresas que adotam estratégias tecnológicas de competição tecnológica e de inovações de fronteira. É por esse motivo que se concentra a análise na diferenciação entre estratégias tecnológicas das firmas que inovaram em processo daquelas que inovaram conjuntamente em produto e processo.

Tabela 1 – Número de empresas inovadoras em 2003 e 2005

	2003		2005	
	N. empresas	%	N. empresas	%
Inovação em produto	1.204	5,9	1.628	7,2
Inovação em processo	9.337	45,4	10.788	47,9
Inovação em produto e processo	10.027	48,8	10.092	44,8
Total de empresas	20.568		22.508	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PINTEC.

Uma visão geral das estatísticas descritivas, segundo as categorias de inovação analisadas, pode ilustrar as diferenças esperadas em termos de características observáveis, esforço tecnológico e *performance* das firmas industriais brasileiras nos dois triênios. Para esse princípio, apresenta-se na tabela 2 abaixo os valores médios das características observáveis das firmas nos dois triênios. De modo geral, percebe-se uma estabilidade ao longo do período 2001-2005 em termos de características observáveis, à exceção mais clara pelo crescimento da receita líquida de vendas na mesma proporção para ambos os tipos de inovação. Os valores médios mantêm-se praticamente inalteradas entre os triênios para os dois tipos de inovação tecnológica, principalmente a qualificação do trabalhador das inovadoras em processo. Em média, as empresas que desenvolveram inovações em produto e processo

são relativamente maiores do que as inovadoras em processo em ambos os indicadores de tamanho (número de pessoal ocupado e receita líquida de vendas). Predominam firmas de capital nacional, com as inovadoras em produto e processo apresentando uma proporção relativa maior de capital estrangeiro, e firmas instaladas a mais de uma década no mercado, sendo as inovadoras em processo aquelas que operam há mais tempo. Ademais, é maior o percentual médio das empresas exportadoras e que inovam em produto e processo comparativamente à inovação em processo, bem como aquelas que pertencem a um grupo empresarial. Em termos de qualificação do trabalhador, chama a atenção o crescimento na proporção média de funcionários com terceiro grau e a redução da proporção de empregados com o 1º grau, sendo mais expressivo nas inovadoras em produto e processo. Esse é um padrão mantido nos dois triênios para a qualificação da mão-de-obra, principalmente pelas inovadoras em produto e processo. É um indicativo, pois, da necessidade de mão-de-obra qualificada no desenvolvimento de inovações tecnológicas voltadas para a conquista da vantagem competitiva da inovação em produto e processo, conforme evidenciado por Rao et alii (2002). Há, por outro lado, uma associação maior entre funcionários com o 1º grau completo e o 2º grau nas inovadoras em processo, relativamente aos funcionários com o 3º grau. Em contrapartida, setorialmente, não existe grande diferenciação das firmas quando comparadas as diferentes categorias de setores industriais. Ou seja, em média, compõem a amostra firmas produtoras de bens duráveis, pertencentes a setores de baixa intensidade tecnológica e intensivas em trabalho que realizam algum dos dois tipos de inovação. Os setores de baixa e média-baixa intensidade tecnológica representam a maioria da produção industrial brasileira e, portanto, definem o tipo de especialização produtiva e o padrão de inserção no comércio exterior. Com essa análise, as estatísticas descritivas demonstram quais características devem compor a árvore de classificação e regressão de modo a distinguir as

categorias de inovação, a saber: idade das empresas, proporção de 3º grau, atividade exportadora, pertencer a grupo empresarial e variáveis de tamanho.

Tabela 2 – Características das firmas inovadoras – estatísticas descritivas

	Apenas Processo		Produto e Processo	
	2003	2005	2003	2005
Receita Líquida de Vendas*	1024.79	1692.98	1319.81	2186.91
Pessoal Ocupado	34.4	36.9	37.2	40.3
Origem do capital	1	1	1.1	1.1
Idade da empresa	15.2	15.1	11.9	12.8
Proporção de funcionários com 1º grau	0.595	0.53	0.58	0.49
Proporção de funcionários com 2º grau	0.353	0.418	0.354	0.431
Proporção de funcionários com 3º grau	0.046	0.047	0.059	0.074
Atividade exportadora	0.311	0.314	0.379	0.413
Intensidade fator	2.1	2.1	2.2	2.2
Intensidade tecnológica	1.6	1.6	1.7	1.8
Categoria de uso	3	3	2.9	3
Grupo	0.035	0.032	0.061	0.067

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC, RAIS e SECEX.
* em mil Reais.

A tabela 3, por outro lado, concentra o grau de importância médio associado a cada uma das fontes de informação. De modo geral, há um valor médio reduzido de importância para a maioria das fontes de informação, sem o predomínio de valores elevados. Percebe-se, também, a existência de três grupos de valores médios das fontes de informação para os dois triênios: alta, média e baixa importância. Dentro desses grupos, é possível observar a baixa importância de fontes externas relacionadas a centros educacionais e de pesquisa, bem como empresas de consultoria e a aquisição de patentes, enquanto as fontes externas e os demais departamentos da firma se apresentam muito importantes, tendo ampliado a seu valor, sobretudo para os clientes e fornecedores de máquinas e equipamentos. Em 2005, o

departamento de P&D foi relegado a um nível inferior de importância, sendo substituído pelo crescimento da importância de outras fontes de informação externas à firma para ambos os tipos de inovação. Algumas fontes de informação são mais especificamente associadas a um tipo de inovação. Para a inovação em processo, por exemplo, a adoção de fontes externas é a forma mais recorrente de obter informações para a inovação tecnológica, em especial os fornecedores de máquinas, evidenciando estratégias tecnológicas mais centradas na competitividade via capacidade produtiva. A grande importância de feiras e exibições pode favorecer a aquisição de máquinas e equipamentos ou a realização de inovações para a empresa via cópia de produtos que foram desenvolvidos por outras empresas. A inovação em produto e processo, por outro lado, aparenta ter uma estratégia tecnológica em termos de fontes de informação mais integrada do que as inovadoras em processo. Isso porque as inovadoras em produto e processo atribuem maior importância a um conjunto de informações que inclui desde as informações de outros departamentos da firma, como fontes externas e outras fontes. Um fato interessante é a importância de outros departamentos da empresa como fontes de informação para a realização de inovações tecnológicas em ambos os triênios nos dois tipos de inovação. Isso poderia sugerir um comportamento tecnológico mais desestruturado e centrado na superação das dificuldades dentro de cada departamento da firma, levando a uma estratégia empresarial mais focada na importância da tecnologia para a exclusiva resolução de problemas internos e não voltadas para o desempenho da empresa.

Tabela 3 – Fontes de informação segundo as inovações tecnológicas – valores médios

	Apenas Processo		Produto e Processo	
	2003	2005	2003	2005
Departamento de P&D	0.301	0.017	0.321	0.132
Outros departamentos	0.595	0.591	0.653	0.567
Fornecedores de máquinas	0.676	0.745	0.625	0.61
Clientes ou consumidores	0.401	0.473	0.588	0.652
Concorrentes	0.403	0.486	0.396	0.371
Empresas de consultoria	0.121	0.109	0.136	0.13
Universidades	0.054	0.085	0.097	0.129
Centros de capacitação profissional	0.129	0.166	0.139	0.141
Institutos de teste	0.078	0.113	0.144	0.178
Aquisição de licenças, patentes	0.011	0.024	0.04	0.077
Conferências e encontros	0.314	0.319	0.346	0.327
Feiras e exibições	0.619	0.651	0.58	0.518
Redes de informação	0.438	0.537	0.49	0.55

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC.

A tabela 4 complementa as informações da tabela anterior, apresentando os valores médios para a importância das atividades inovativas, bem como o percentual de dispêndio dessas atividades relativamente à receita líquida de vendas durante os dois triênios analisados. Primeiramente, observa-se que os valores médios da importância das atividades inovativas mantiveram-se praticamente inalterados, sendo a grande diferença encontrada entre as categorias de inovação ao longo dos triênios. Esse fato é evidenciado principalmente pelos maiores valores médios de importância para a todas as atividades inovativas daquelas firmas que inovaram em produto e processo. Essas empresas apresentam uma estratégia tecnológica mais integrada, que associa diferentes atividades inovativas, como aquisição de máquinas com a realização de atividades de P&D interno e treinamento de pessoal. As inovadoras em processo, por sua vez, concentram o grau de importância médio para a aquisição de máquinas

e equipamentos e no treinamento do pessoal, representando uma estratégia tecnológica mais restrita. Contudo, é essencial retratar que é praticamente igual a importância dada às aquisições de máquinas e equipamentos pelos dois tipos de inovação tecnológica.

Para os dispêndios relativos das atividades inovativas, nota-se que há uma modificação no percentual médio gasto com esse tipo de atividade ao longo dos triênios para os dois tipos de inovação tecnológica, principalmente para as inovadoras em processo. Há uma redução nos gastos com a aquisição de máquinas, que pode estar relacionado ao cenário macroeconômico, principalmente aos movimentos de ajuste de estoques pela indústria que resultaram na queda do investimento do segundo triênio e à depreciação da taxa de câmbio do primeiro triênio. Isso poderia indicar uma alteração de estratégias tecnológicas das empresas, principalmente das inovadoras em processo que inverteram seu comportamento inovador, saindo da especialização na aquisição de máquinas para uma estratégia tecnológica mais parecida com as inovadoras em produto e processo com altos gastos com atividades de P&D interno. Já as inovadoras em produto e processo apresentaram uma relativa manutenção na estratégia tecnológica com gastos principalmente voltados para a atividade interna de P&D, aquisição de máquinas e realização de projetos industriais. Por outro lado, apesar de considerarem o treinamento do pessoal importante para o desenvolvimento de tecnologias, as firmas não alocam um grande percentual para essa atividade para os dois tipos de inovação. Assim como na importância da atividade inovativa, as inovadoras em produto e processo apresentaram uma estratégia mais integrada nos dois triênios, enquanto as inovadoras em processo substituíram a aquisição de máquinas e equipamentos como principal dispêndio pela ampliação dos gastos com P&D interno. Ou seja, em média, as estratégias tecnológicas relativas ao dispêndio concentram-se na aquisição de máquinas e na atividade interna de P&D. Apesar destes pontos serem válidos, duas considerações são importantes de ser feitas.

Das aproximadamente 21 mil firmas e 23 mil firmas das amostras, apenas 1.468 e 1.706 empresas responderam questões relativas a esses itens no questionário da PINTEC, respectivamente para 2003 e 2005. A segunda é o fato desses valores serem relativos à receita líquida e conforme observado acima, o faturamento das firmas inovadoras em produto e processo sempre foi a maior receita, o que amplia o denominador dessas variáveis e indica alguma forma de redução relativa dos gastos à medida que aumento o tamanho das firmas. Ainda assim, não é possível ignorar a possibilidade de erros de medida nas variáveis quantitativas por parte dos respondentes e a determinação dos valores gastos no último ano de cada triênio. Percebe-se que a incerteza macroeconômica de 2003 induziu comportamentos mais cautelosos em termos de atividades de P&D interna por parte da indústria brasileira que impactaram, de certo modo, no comportamento de 2005, conforme o cenário econômico proposto anteriormente.

Tabela 4 – Atividades inovativas: importância e dispêndios – valores médios

	Apenas Processo		Produto e Processo	
	2003	2005	2003	2005
Atividade Inovativa				
Atividade de P&D interna	0.047	0.037	0.284	0.284
Aquisição de máquinas e equipamentos	0.975	0.987	0.991	0.983
Treinamento	0.605	0.665	0.624	0.659
Introdução de inovações no mercado	0.028	0.084	0.32	0.367
Projeto industrial	0.281	0.256	0.509	0.508
Dispêndios com atividades inovativas (%)				
Atividade de P&D interna	1.89	15.49	7.94	7.19
Aquisição de máquinas e equipamentos	11.14	7.65	8.99	4.15
Treinamento	0.19	0.27	0.98	0.58
Introdução de inovações no mercado	1.03	16.82	2.17	1.89
Projeto industrial	5.64	1.71	3.21	3.17

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC.

Já a tabela 5 contém estatísticas descritivas acerca dos impactos da inovação seguindo as categorias de inovação. Em geral, não há grandes variações nas médias dos impactos entre os triênios a despeito da mudança nas médias das variáveis de fontes de informação e de atividades inovativas. Além disso, os valores médios de importância das inovadoras em produto e processo são relativamente inferiores às inovadoras em processo, em termos de qualidade do produto, manutenção/ampliação da participação no mercado, e alterações no processo produtivo. Assim, é clara a distinção das performances das firmas inovadoras de acordo com o esforço inovador realizado por ela. Ou seja, em média, as inovações em processo geram crescimento da produtividade via reestruturação da produção, redução de custos e aumento da capacidade produtiva, além de manterem e/ou ampliarem o *market share* da firma. A manutenção do *market share* e impactos na qualidade e na variedade de produtos usados na diversificação para novos mercados são os principais resultados da inovação em produto e processo.

Tabela 5 – Impactos das atividades inovativas – valores médios

	Apenas Processo		Produto e Processo	
	2003	2005	2003	2005
Melhoria da qualidade dos produtos	0.835	0.831	0.487	0.535
Ampliação da gama de produtos ofertados	0.006	0.132	0.472	0.54
Manutenção do *market share*	0.692	0.755	0.528	0.555
Ampliação do *market share*	0.54	0.626	0.494	0.51
Novos mercados	0.002	0.031	0.21	0.381
Aumento da capacidade	0.818	0.847	0.486	0.494
Aumento da flexibilidade	0.664	0.741	0.427	0.436
Redução de custos produção	0.538	0.559	0.344	0.31
Redução de custos trabalho	0.536	0.555	0.317	0.292
Redução do consumo matéria-prima	0.194	0.259	0.134	0.148
Redução de consumo energia	0.168	0.208	0.113	0.127
Redução de consumo de água	0.048	0.069	0.046	0.076

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC.

Em suma, as inovadoras em produto e processo têm uma base de conhecimento maior que envolve tanto aquisição de máquinas como realização de atividades internas de P&D e informações de um conjunto maior de fontes. No entanto, obtêm resultados médios em menor proporção do que as inovadoras em processo, focando na diversificação de produtos para novos mercados e a manutenção da participação do *market share*. Por outro lado, as firmas inovadoras em processo evidenciam os altos dispêndios voltados para a aquisição de máquinas, refletido também pela informação dos fornecedores de máquinas, mas com alguma importância para atividades de P&D interna que geram reestruturação da produção e redução dos custos, além de melhorar a qualidade dos produtos e manter a sua participação no mercado. Espera-se que as relações médias aqui oferecidas sejam melhor delimitadas pela análise de cluster para insumos/resultados para posterior representação das estratégias tecnológicas.

III – CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS INOVADORAS E CATEGORIAS DE INSUMOS E RESULTADOS

Esse capítulo oferece um detalhamento das características observáveis das empresas brasileiras que inovaram em processo e em produto e processo entre 2003-2005, por meio da estimação da árvore podada. Com base nos nós terminais, formam-se as categorias de empresas que compõem a primeira parte da estratégia empírica. A segunda seção estabelece as categorias de insumos e resultados entre 2001-2003 e entre 2003-2005, usando as análises de cluster.

1 Análise empírica das características das inovadoras entre 2003 e 2005[17]

Para analisar as características das empresas que inovaram entre 2003 e 2005, foi estabelecido que a estimação da árvore de classificação e regressão tivesse extensão máxima de cinco níveis de nós e as freqüências mínimas entre os nós seriam de 100 para os nós pais e 50 para os nós filho. Por apresentar similaridade nas proporções entre as categorias de inovação, optou-se por utilizar custos de má classificação simétricos. Em decorrência do menor risco estimado e do perfil dos nós terminais menos concentrado em uma única variável explicativa, optou-se pela determinação a priori da variável intensidade tecnológica como o primeiro preditor para a inovação tecnológica.

A estimação da árvore, então, compreende 13 nós terminais caracterizadores das categorias de empresas, tendo um bom poder preditivo já que o risco estimado foi de 25.6%, que se mostrou inferior à proporção de empresas inovadoras em produto e processo, categoria que se procura entender. É importante frisar que as estatísticas descritivas apresentadas no capítulo anterior indicaram certas características observáveis na distinção entre as duas

[17] A escolha do melhor preditor ocorreu de acordo com as especificações do algoritmo utilizado, sendo que as variáveis que não constam nas árvores consideradas não significantes para explicar a probabilidade de inovar.

categorias de empresas inovadoras como a idade da firma, a proporção de funcionários com 3º grau, atividade exportadora e as variáveis de tamanho. Corroborando essa indicação, as principais variáveis explicativas selecionadas pelo algoritmo de expansão da árvore foram: intensidade tecnológica, a proporção de funcionários com 3º grau e a origem nacional do capital controlador. Setores com alta intensidade tecnológica estão relacionados a empresas com maior chance de inovar em produto e processo, enquanto aquelas com maior probabilidade de inovar em processo estão alocadas em setores de baixa intensidade. Já a proporção de funcionários com 3º grau e a origem do capital nacional apresentam relação positiva com a probabilidade de inovar em produto e processo. A idade da empresa (empresas mais jovens têm maior probabilidade de inovar em produto e processo), a classificação setorial segundo a categoria de uso, o tamanho da firma e atividade exportadora são as demais variáveis que estão relacionadas com a probabilidade de inovar.

Dentre as empresas com alta intensidade tecnológica, destacam-se aquelas com uma proporção de funcionários com 3º grau superior a 12%, valor bem superior a média apresentada no capítulo anterior para as inovadoras em produto e processo de 7.4%. Contudo, a proporção de funcionários com 3º grau não é um determinante para a probabilidade de inovar em produto e processo para as firmas produtoras de bens intermediários que apresentam uma proporção inferior ao valor médio, trazendo evidências ambíguas nos nós terminais. Já para as empresas produtoras de bens de consumo durável, essa relação é inversa, já que há uma proporção de funcionários com 2º grau maior do que o valor médio dessa variável, além de serem caracterizadas como grandes empresas. Isto significa que a qualificação e o tamanho da firma são importantes na classificação das empresas desse setor como inovadoras em produto e processo.

A despeito da concentração de firmas de baixa intensidade tecnológica, a distinção entre as categorias de inovação se dá pela interação das características observáveis dos nós

terminais. Por isso, o quadro 4 abaixo apresenta as informações acerca das características observáveis, para cada subconjunto de firmas, ordenadas segundo a probabilidade de serem inovadores em produto e processo. Dentre os seis nós com maior probabilidade de serem inovadores em produto e processo, a maioria das empresas está alocada em setores altamente intensivos em tecnologia. Entretanto, existe a possibilidade de serem classificadas em setores de baixa intensidade tecnológica como são os casos das empresas nacionais, mas instaladas a menos de 4 anos que têm a maior chance de ser inovadora em produto e processo. Isso ratifica as predições encontradas por Huergo e Jaumandreu (2003) de que firmas recém instaladas têm maior probabilidade de inovar.

Também tem grande chance de ser inovadora em produto e processo, o conjunto de empresas exportadoras, instaladas a mais de quatro anos e com uma proporção de funcionários empregados com 3º grau superior a 12%, selecionadas pelo nó 24. Poder-se dizer que a participação no comércio externo, juntamente com a qualificação dos empregados, aumenta a chance de inovar em produto e processo, pois a orientação exportadora exige da firma instrumentos competitivos centrados na inovação tecnológica, que visem não apenas a manutenção da participação do mercado, mas a diversificação para novos mercados. Já as 7.486 firmas nacionais não exportadoras que foram criadas a mais de quatro anos (nó 16) têm maior probabilidade de inovar em processo, o que corresponde a metade das firmas que inovaram. Essas firmas centradas no mercado nacional procuram realizar atividades inovativas para se manterem no ambiente competitivo, buscando nas inovações os meios para a reestruturação da produção.

Em contrapartida, as 1.047 firmas intensivas em tecnologia com mais de 12% dos funcionários ocupados com nível universitário selecionadas pelo nó 4 também têm maior chance de serem inovadoras em produto e processo. Nesse caso, a proporção de funcionários com nível universitário evidentemente é intensificador da probabilidade de inovar em produto

e processo. Ainda nesse ramo também têm maior chance de inovar em produto e processo as 1.046 empresas produtoras de bens de consumo durável com menos de 12% de funcionários com Ensino Superior e mais de 43% com Ensino Médio, mas que recebem mais de R$ 754.6 mil nas vendas líquidas de seus produtos.

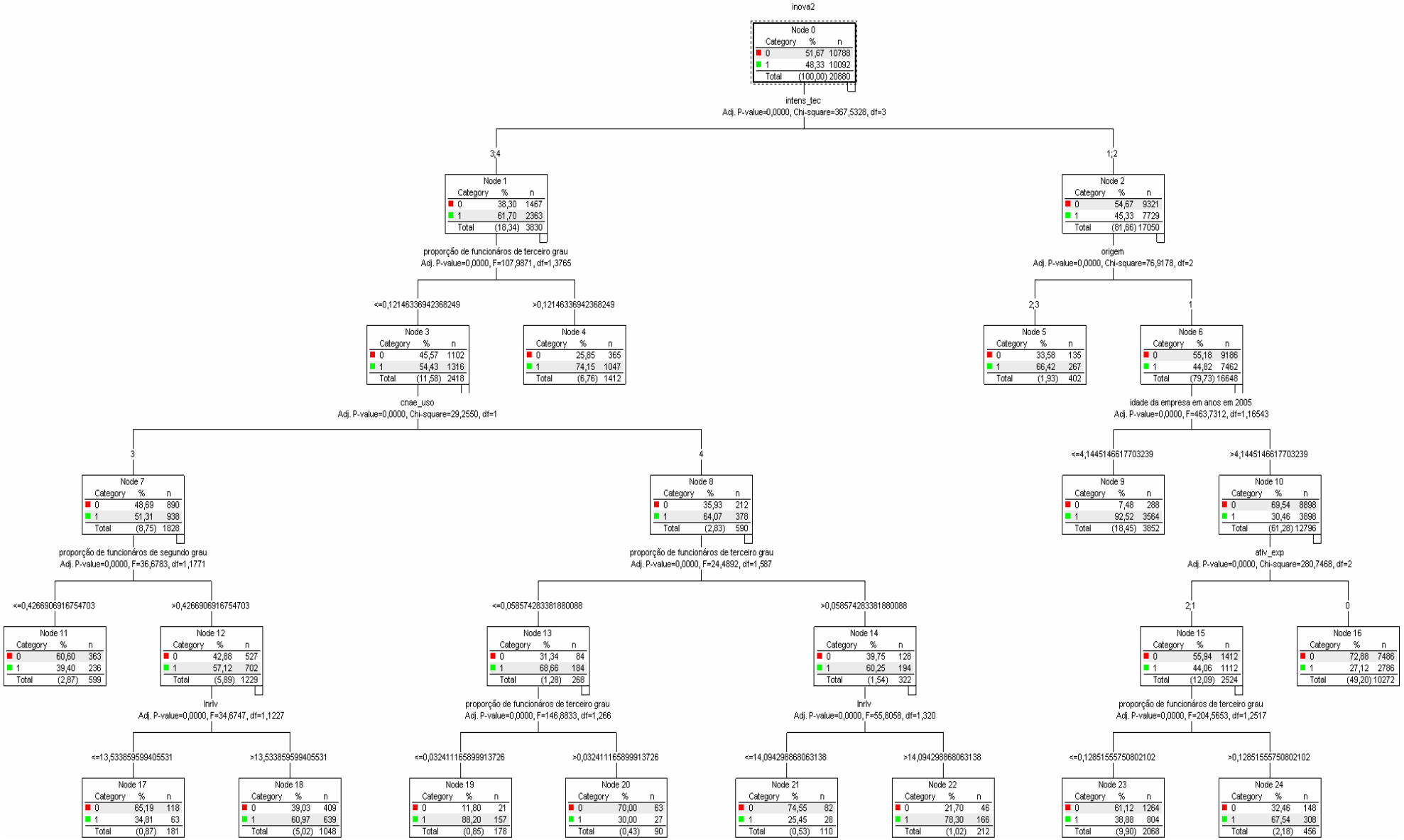
No ramo intensivo em tecnologia, é possível identificar, também, categorias de empresas com maior chance de inovar em processo. Esses são os casos dos nós 21, 20 e 17, ordenados segundo a maior probabilidade de serem inovadores em processo. As empresas do nó 21 são caracterizadas por pertencerem a setores produtores de bens intermediários que têm entre 6% e 12% de funcionários com ensino superior, mas com uma receita líquida de vendas inferior à R$ 1321.4 mil, inferior ao valor médio entre 2003-2005. Ter uma proporção de funcionários com Ensino Superior inferior a 12% e uma proporção de funcionários com Ensino Médio superior a 43% são fatores determinantes para aumentar a probabilidade de inovar em processo quando se consideram as 181 firmas produtoras de bens de consumo durável que possuem uma receita líquida de vendas inferior a R$ 745.6 mil, menor do que o valor médio do capítulo anterior.

Quadro 4 - Características observáveis das empresas

Nós	N	Resp %	Características das empresas
9	3.852	92.5	(intens_tec = 1 | intens_tec = 2) & (origem = 1) & (empr_anos05 <= 4.145)
19	178	88.2	(intens_tec = 3 | intens_tec = 4) & (cnae_uso = 4) & (prop_3grau <= 0.032)
22	212	78.3	(intens_tec = 3 | intens_tec = 4) & (cnae_uso = 4) & (prop_3grau <= 0.121 & prop_3grau > 0.059) & (lnrlv > 14.094)
4	1.412	74.2	(intens_tec = 3 | intens_tec = 4) & (prop_3grau > 0.121)
24	456	67.5	(intens_tec = 1 | intens_tec = 2) & (origem = 1) & (empr_anos05 > 4.145) & (ativ_exp = 2 | ativ_exp = 1) & (prop_3grau > 0.129)
5	402	66.4	(intens_tec = 1 | intens_tec = 2) & (origem = 2 | origem = 3)
18	1.048	61	(intens_tec = 3 | intens_tec = 4) & (prop_3grau <= 0.121) & (cnae_uso = 3) & (prop_2grau > 0.427) & (lnrlv > 13.534)
11	599	39.4	(intens_tec = 3 | intens_tec = 4) & (prop_3grau <= 0.121) & (cnae_uso = 3) & (prop_2grau <= 0.427)
23	2.068	38.9	(intens_tec = 1 | intens_tec = 2) & (origem = 1) & (empr_anos05 > 4.145) & (ativ_exp = 2 | ativ_exp = 1) & (prop_3grau <= 0.129)
17	181	34.8	(intens_tec = 3 | intens_tec = 4) & (prop_3grau <= 0.121) & (cnae_uso = 3) & (prop_2grau > 0.427) & (lnrlv <= 13.534)
20	90	30	(intens_tec = 3 | intens_tec = 4) & (cnae_uso = 4) & (prop_3grau > 0.032 & prop_3grau <= 0.059)
16	10.272	27.1	(intens_tec = 1 | intens_tec = 2) & (origem = 1) & (empr_anos05 > 4.145) & (ativ_exp =0)
21	110	25.5	(intens_tec = 3 | intens_tec = 4) & (cnae_uso = 4) & (prop_3grau <= 0.121 & prop_3grau > 0.059) & (lnrlv <= 14.094)
Risco estimado da árvore: 0.256			

Ou seja, essa análise evidencia que a probabilidade de inovar em produto e processo é intensificada pela proporção de funcionários ocupados com nível universitário, e está claramente relacionada à intensidade tecnológica do setor industrial. Além disso, as distinções entre as firmas também consideram as demais características observáveis, sendo a exportação um fator que amplia a probabilidade de inovar em produto e processo quando se comparam firmas de setores de baixa intensidade tecnológicas.

Árvore 1 – Características observáveis das inovadoras em processo ou produto e processo



2 Conjuntos de insumos e resultados da atividade inovativa: a análise de cluster

Para cada um dos conjuntos de insumos e resultados, foram conduzidas análises de cluster segundo as especificações metodológicas. São apresentados na tabela 6 os centróides dos clusters estimados das fontes de informação para os dois triênios, seguindo sempre a ordenação decrescente para o valor médio dos centróides dos agrupamentos. Isto é, em todos os casos o cluster de número 1 será aquele com o maior valor médio dos centróides, enquanto que o número de 4 será o de menor valor médio dos centróides.

Primeiramente, os centróides médios apresentados pelos clusters de fontes são relativamente baixos nos dois triênios, havendo uma alteração na média desses centróides para ordenação entre os períodos, tendo aumentado os valores médios do segundo triênio. Basicamente, essas duas análises de clusters mostram que a distribuição das variáveis segundo os agrupamentos se mantém similar, principalmente nos dois primeiros clusters de cada análise. Além disso, é fundamental pontuar que os valores de importância médios do FPEDI foram baixos nas estatísticas descritivas, e se refletem nessa análise. Ou seja, as informações vindas de FPEDI (valor médio inferior a 0.273 para 2003 e inferior a 0.311 para 2005) são menos importantes que fontes provenientes de FOFI, possivelmente a forma pela qual ocorre a superação dos entraves via inovação tecnológica. Isso é claro quando se nota que menos de 10% das firmas de 2003 e de 2005 estão agrupadas no cluster de maior centróide, que conta com o maior nível de importância para FPEDI.

Em termos de agrupamentos, apenas 7.9% das empresas industriais brasileiras de 2003 foram selecionadas pelo cluster 1, com média de centróides em 0.687 e maiores valores médios de importância para fontes internas (FOFI com valor 0.73) e fontes externas (FCC, FCONF e FFEIRA). Ou seja, esse é um agrupamento com um conhecimento acumulado superior aos demais. O segundo agrupamento, com média de 0.401, é preferencialmente voltado para as fontes externas à empresa (FFEIRAS, com valor 0.912, FRII com valor de

0.801 e FCC com valor 0.791), apesar da alta importância atribuída as fontes provenientes de FOFI (valor médio de 0.66). Com aproximadamente 43% da amostra, espera-se que as empresas aqui concentradas tenham um esforço tecnológico intermediário, já que sua base de conhecimento é mais restrita vis-à-vis ao cluster 1. Por outro lado, o cluster 3, com apenas 5% das empresas que inovaram em 2003 e média de 0.299, é semelhante ao primeiro agrupamento para a importância da atividade interna de P&D (0.272), mas atribui um grau de importância menor para as demais fontes de informação, restringindo-se FFMQ, FCONF e FRII. Esse é, portanto, especializado e de menor base de conhecimento. Por fim, os centróides do quarto agrupamento são bem inferiores aos demais, selecionando empresas com alguma importância para FOFI e FFMQ. É um cluster que aloca 44.5% da amostra de 2003 e corresponde a uma base de conhecimento limitada.

Tabela 6 – Fontes de informação para 2003 e 2005 – análise de cluster

	2003				**2005**			
	1	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
FPEDI	0.273	0.055	0.272	0.016	0.311	0.065	0	0.03
FOFI	0.73	0.66	0.196	0.653	0.85	0.714	1	0.339
FFMQ	0.862	0.736	0.553	0.528	0.894	0.825	1	0.408
FCC	0.888	0.791	0.125	0.201	0.924	0.729	1	0.283
FCONC	0.852	0.496	0.215	0.247	0.777	0.505	0	0.27
FECI	0.565	0.127	0.08	0.068	0.588	0.099	0	0.042
FUIP	0.618	0.044	0.115	0.025	0.704	0.057	0	0.035
FCCP	0.771	0.106	0.099	0.056	0.773	0.114	0	0.058
FIEC	0.648	0.11	0.193	0.026	0.864	0.115	0	0.032
FPAT	0.126	0.024	0.044	0.008	0.143	0.06	0	0.025
FCONF	0.889	0.401	0.692	0.118	0.838	0.38	0	0.125
FFEIRA	0.894	0.912	0.44	0.263	0.901	0.768	1	0.235
FRII	0.814	0.801	0.862	0.041	0.919	0.752	1	0.174
N. observações	**1677**	**9035**	**1069**	**9441**	**2322**	**11698**	**314**	**8725**

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC.

Já o primeiro cluster de 2005, com média de 0.729, mostra que a associação entre as fontes de informação deve possibilitar uma base de conhecimento mais ampla, buscando tanto

as necessidades do mercado via FCC e FCONC, como as superações dos entraves internos com FOFI e FPEDI. O agrupamento 2, representativo de uma importância intermediária, concentra 50% da amostra e tem média de 0.399, é basicamente focado em FCC, FFMQ e FOFI. Além das fontes de FPEDI, a principal distinção entre os clusters 1 e 2 de fontes de informações se refere à maior importância atribuída pelas empresas contidas no primeiro cluster a um grande número de fontes externas. O terceiro cluster, com média de 0.38, conta com informações extremas e é pouco representativo na análise, contando com apenas 314 empresas, que focam nas fontes externas, representando um conjunto bastante restrito de conhecimento. Já o cluster de número 4, com média de 0.158, é o de menor grau de importância atribuídos às fontes de informações e concentra 37.8% firmas da amostra, com FFMQ como principal fonte.

Já a tabela 7 abaixo apresenta as análises de cluster para a importância da atividade inovativa para os dois triênios. Em geral, há uma alteração na distribuição dos valores médios das atividades inovativas, havendo uma considerável queda na importância de PEDI, o que reflete as considerações do capítulo anterior. Além disso, a principal diferenciação entre os dois triênios se encontra na alocação das firmas segundo os agrupamentos. Isso porque em 2003 mais da metade das firmas estava concentrada no cluster 3 que representa um esforço semelhante ao realizado no primeiro, porém em menor escala, enquanto em 2005 esse padrão se altera para um agrupamento de níveis mais baixos, focado unicamente na importância de aquisição de máquinas. As indicações de Braga e Willmore (1991) sugerem que quanto maior a dependência da aquisição de tecnologias externas por uma firma, menor será o seu esforço tecnológico e, portanto, menor a base de conhecimento da estratégia tecnológica da firma, enquanto a combinação de aquisições e atividades internas de P&D corresponde a uma estratégia tecnológica superior. Esses fatos são verificados nas análises de cluster para os dois triênios.

Para o triênio de 2003, o primeiro agrupamento, com média de centróides de 0.72, se destaca a maior importância à maioria das atividades inovativas, especialmente PEDI (com média de 0.99) e AQMEQ (0.87), com exceção da menor importância para TREIN (0.38). Assim, as empresas desse cluster adquirem máquinas para complementar a estratégia tecnológica mais elaborada. O segundo agrupamento, com média de 0.6, é caracterizado por valores extremos, dando maior importância para a aquisição de máquinas e equipamentos, para o treinamento e desenvolvimento de projetos industriais. É, portanto, um cluster com base de conhecimento muito restrita que aloca 16% da amostra de 2003. Já os dois últimos clusters concentram 81% da amostra e são aqueles em que as firmas atribuem alto grau de importância ao investimento em máquinas e equipamentos. Os padrões dos clusters 1 e 3 estão próximos entre si, diferenciando-se pelo menor grau de importância para PEDI (0.25) e maior importância para TREIN (0.84) do cluster 3. O quarto agrupamento, com média de 0.21, é caracterizado por baixos valores de importância para a maioria das atividades inovativas, sendo focado unicamente em AQMEQ (valor médio de 0.95).

Tabela 7 – Importância da atividade inovativa para 2003 e 2005 – análise de cluster

	2003				**2005**			
	1	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
PEDI	0.99	0	0.251	0.059	0.596	0.493	0	0.075
AQMEQ	0.868	1	0.986	0.951	0.955	0.792	1	0.976
TREIN	0.384	1	0.835	0	1	0	1	0.403
IMEC	0.944	0	0.277	0.031	0.84	0.732	0	0.111
PRJI	0.407	1	0.46	0	0.893	0.802	0	0.361
N. observações	**691**	**3314**	**11007**	**6210**	**4158**	**1044**	**6023**	**11834**

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC.

O primeiro agrupamento de importância da atividade inovativa para o triênio 2003-2005, com média de 0.86, mantém um perfil semelhante àquele apresentado em 2003, com valores mais elevados para todas as atividades inovativas, exceto P&D interno. Logo, o primeiro cluster estabelece uma estratégia tecnológica integrada, pois associa a aquisição de máquinas e equipamentos e o P&D interno. Apenas 18% das firmas tiveram esse

comportamento inovador em 2005, o que poderia estar associado tanto ao acúmulo de conhecimento no período passado como a uma inversão na estratégia tecnológica considerando o cenário macroeconômico. Já o segundo cluster, com média de 0.564, é muito parecido com o primeiro agrupamento, mas se diferencia em termos de TREIN do pessoal ocupado para a realização de inovações, pois é uma atividade de extrema importância para o primeiro agrupamento e nula para o segundo agrupamento. Nesse cluster, que contém apenas 4.5% da amostra, TREIN não é um fator importante para a realização de atividades inovativas. Efetivamente 78% das firmas foram classificadas nos dois últimos clusters, em que se destaca o alto grau de importância atribuído ao investimento em máquinas e equipamentos, associado com o treinamento, e o quase nulo grau de importância atribuído à atividade de P&D interno. Entre eles, a principal diferença é a alta importância de TREIN no terceiro agrupamento, formado por informações extremas.

Também é notória a distinção entre as análises de cluster de dispêndios relativos em atividades inovativas para os dois triênios apresentada pela tabela 8 abaixo. Nota-se que, em geral, houve uma grande alteração nos perfis dos clusters em termos de variáveis alocadas e número de firmas selecionadas pelo cluster. Entretanto, é importante observar que o número de empresas associadas nessas análises de cluster não engloba toda a amostra por conta do pequeno número de respondentes conforme mencionado no capítulo 2 anteriormente. O primeiro cluster de 2003, com média de 36.2%, é aquele que apresenta maior dispêndio relativo em todas as atividades inovativas, principalmente EPEDI (73.73%) e em EAQMEQ (63.07%) representando um esforço mais interligado, enquanto que o segundo, com média de 4.5%, tem maior centróide para EAQMEQ (10.09%), apesar de realizar algum dispêndio com atividade de P&D interna. Já os clusters de número 3 e 4 apresentam centróides extremamente baixos para os dispêndios em atividades inovativas, diferenciando-se pela média ligeiramente superior em dispêndios para todas as categorias de atividades no cluster 3. No entanto, não se

pode deixar de observar que estes dois últimos clusters agregam aproximadamente 72% do total de firmas consideradas na análise de cluster de 2003, enfatizando o baixo grau de esforço tecnológico empreendido por elas.

Tabela 8 – Dispêndios das atividades inovativas para 2003 e 2005 – análise de cluster

	2003				**2005**			
	1	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
EPEDI	73.73*	4.88	3.37	0.3	43.76	15.42	0.98	0.36
EAQMEQ	63.07	10.09	1.74	0.24	3.56	28.33	2.16	0.16
ETREIN	8.2	0.3	0.32	0.03	2.76	6.22	0.2	0.04
EIMEC	15.12	1.66	0.91	0.2	5.45	1.6	0.73	0.15
EPRJI	21.07	5.51	1.18	0.17	4.77	4.5	0.98	0.12
N. observações	**258**	**151**	**497**	**562**	**342**	**276**	**555**	**533**

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC. * valores em %.

Já para 2005, é importante observar que agora o primeiro cluster, com média de 12%, é aquele especializado no maior dispêndio relativo em EPEDI (43.64%), enquanto que o segundo, com média de 11.2%, apresenta maiores valores para EAQMEQ (28.33%) e EPEDI (15.42%), o que indica uma estratégia mais elaborada e coesa, diferenciando-se de 2001-2003 no qual havia uma concentração desses dois dispêndios no primeiro agrupamento. Já os clusters de número 3 e 4 apresentam centróides extremamente baixos para os dispêndios em atividades inovativas, diferenciando-se pela média ligeiramente superior em dispêndios para todas as categorias de atividades no cluster 3, principalmente em EAQMEQ e o último agrupamento o de valores bastante pequenos. Esses dois últimos agrupamentos agregam aproximadamente 64% do total de firmas usadas na análise de cluster.

Por fim, a tabela 9 demonstra a baixa variabilidade no que tange aos impactos das atividades inovativas via análises de cluster. Inicialmente, há uma semelhança nos valores dos centróides das variáveis nos dois triênios, o que leva a uma pequena variabilidade de impactos e a diferenciação entre os agrupamentos ocorre por meio de um conjunto de variáveis com baixa importância. Para 2003, percebe-se que o primeiro cluster, com 4.6% das empresas e média de 0.83, é aquele em que os valores médios são superiores em todos os campos

analisados, voltados para o crescimento no mercado. Esperar-se que firmas que inovaram em produto e processo, ou que pertençam a setores com alta intensidade tecnológica sejam os principais beneficiados por esse agrupamento. Já o cluster 2, com média de 0.56 e 35.4% das empresas, selecionou firmas cuja importância de impactos está voltada tanto para o produto como para a manutenção do *market share*, via FLEXPROD, CAPROD e redução de custos de produção, esperando-se que sejam inovadoras em processo. Os últimos dois agrupamentos respondem por 60% das firmas, sendo que no cluster 3 com média de 0.4, é possível notar que se prioriza QUALI e GAMA, bem como CAPROD, FLEXIPROD e as relações com o mercado, mas com pequena ou nula importância para a redução de custos produtivos. Por outro lado, o cluster 4, com média de 0.1, é aquele com os menores impactos da atividade inovativa, voltados apenas para a QUALI e MSHARE possivelmente formado por empresas que realizaram inovações incrementais ou copiaram inovações de concorrentes.

Tabela 9 – Impactos das atividades inovativas para 2003 e 2005 – análise de cluster

	2003				**2005**			
	1	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
QUALI	0.905	0.884	0.898	0.216	0.93	0.889	0.912	0.142
GAMA	0.815	0.223	0.324	0.195	0.381	0.446	0.566	0.139
MSHARE	0.923	0.814	0.838	0.199	0.873	0.897	0.876	0.162
ASHARE	0.923	0.678	0.732	0.165	0.783	0.743	0.791	0.093
NMERC	0.632	0.082	0.137	0.085	0.259	0.322	0.365	0.058
CAPROD	0.914	0.939	0.786	0.15	0.924	0.931	0.814	0.116
FLEXPROD	0.828	0.824	0.648	0.063	0.834	0.745	0.642	0.059
CUSTOPR	0.942	1	0	0.048	0.907	1	0	0.062
CUSTOTRAB	0.946	0.815	0.228	0.034	1	0	0.091	0.049
CUSTOMP	0.845	0.243	0.07	0.034	0.394	0.175	0.108	0.036
CUSTOEN	0.749	0.195	0.091	0.027	0.332	0.226	0.089	0.012
CUSTOAG	0.521	0.038	0.02	0.006	0.144	0.064	0.056	0.006
N. observações	**937**	**7287**	**5046**	**7296**	**8611**	**1520**	**5868**	**7060**

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC.

O primeiro cluster de 2005, com aproximadamente 37% das empresas e média de 0.65, é aquele em que os valores médios são superiores aos demais, evidenciando a importância de impactos QUALI, na relação de mercado e no processo produtivo via redução de custos e crescimento da produtividade com a reestruturação da produção, trazendo

flexibilidade e aumento da capacidade produtiva. Espera-se que as firmas inovadoras em produto e processo estejam alocadas nesse agrupamento. Já o cluster 2, com média de 0.54, selecionou empresas que priorizam a QUALI e GAMA, bem como o aumento da capacidade produtiva e as relações com o mercado, sendo baixa a importância da racionalização de custos e possivelmente o resultado de um comportamento tecnológico de nível intermediário das inovadoras em produto e processo. Respondendo por 56% das firmas, os dois últimos clusters apresentam os menores valores para redução de custos de produção. O cluster 3, com média de 0.44, é aquele com impactos voltados para a QUALI como para MSHARE, via FLEXPROD e CAPROD. É nesse agrupamento que se encontra o maior valor para novos mercados que é um fator buscado pelas firmas que inovam em produto e processo. O cluster 4, por fim, tem os menores impactos da atividade inovativa, sendo apenas importante MSHARE (com 0.162), possivelmente centrando inovadoras em processo que têm uma estratégia mais restrita e focada apenas na aquisição de máquinas.

Em suma, as análises de cluster possibilitam um aprofundamento das relações apresentadas pela tipologia de estratégias tecnológicas a fim de diferenciar dois tipos de inovação em processo. Esse aprofundamento é apresentado no quadro 5 abaixo. Além disso, essas análises permitem entender que os valores baixos das fontes de informação para ambos os períodos evidenciam a menor importância desse fator na realização das atividades de inovação. As atividades inovativas são os verdadeiros delimitadores das estratégias tecnológicas. Nesse caso, existe um subgrupo restrito de empresas que efetivamente realizam um esforço tecnológico maior, com gastos com P&D interno e aquisição de máquinas e equipamentos, que podem levar a impactos mais amplos. Com respeito aos impactos da atividade inovativa, apesar das auto-avaliações extremamente positivas, é possível distinguir duas categorias com e sem redução de custos que indicam diferentes tipos de esforço tecnológico.

Quadro 5 – Alocação dos clusters segundo estratégia tecnológica

Inovação	**Insumos Resultados**	**Estratégias tecnológicas**	**Clusters 2003**	**Clusters 2005**
Produto e processo	Fontes de Informação	Maior importância de fontes de informação interna e externa	F1 F2	F1 F2
	Atividade Inovativa	Alta importância de atividade interna de P&D e aquisição de máquinas	D1 D2	D1 D2
	Dispêndio em atividade inovativa	Altos dispêndios em atividade de P&D interna e aquisição de máquinas	D2-1 D2-2	D2-1 D2-2
	Impactos	Diferenciação de produto Diversificação para novo mercado Aumento da capacidade produtiva Melhoria da qualidade Redução dos custos	I1 I2	I1 I3
Processo restrito	Fontes de Informação	Maior importância para fornecedores de máquinas	F4	F4
	Atividade Inovativa	Alta importância para atividade inovativa de aquisição de máquinas	D3 D4	D3 D4
	Dispêndio em atividade inovativa	Baixos dispêndios em atividades inovativas, centrados em máquinas e equipamentos	D2-4	D2-4
	Impactos	Melhoria na qualidade do produto Manutenção do *market share*	I4	I4
Processo Integrado	Fontes de Informação	Alta importância para fontes externas	F2 F3	F2 F3
	Atividade Inovativa	Alguma importância de atividades internas de P&D e alta para aquisição de máquinas	D2 D3	D2 D3
	Dispêndio em atividade inovativa	Dispêndios em atividades inovativas voltados para máquinas e alguma atividade interna de P&D	D2-2 D2-3	D2-2 D2-3
	Impactos	Crescimento da produtividade via reestruturação da produção Aumento da qualidade e da variedade do produto Redução de custos Manutenção/Ampliação do *market share*	I2 I3	I1 I2 I3

IV – REPRESENTAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS EMPRESAS BRASILEIRAS INOVADORAS EM PROCESSO E PRODUTO E PROCESSO

O presente capítulo oferece uma descrição das relações entre insumos/resultados e as características observáveis das empresas inovadoras brasileiras de 2003-2005, por meio das análises de correspondência, para os períodos de 2001-2003 e entre 2003-2005 para melhor compreender a dinâmica entre estratégias tecnológicas e desempenho das firmas. As representações das estratégias tecnológicas para esse conjunto são o foco das duas últimas seções do presente capítulo, por meio da análise dos resíduos padronizados das tabelas de contingência proporcionando uma relação mais clara entre as características da firmas e os insumos/resultados.

1 Relações bivariadas entre insumos/resultados e as características observáveis: a análise de correspondência

A análise de correspondência só pode ser realizada para entender as representações da estratégia tecnológica se é rejeitada a hipótese de ausência de associação entre as categorias de nós terminais e clusters de insumos/resultados fornecida pelas estatísticas χ^2. Esses resultados foram efetivamente verificados, por meio das informações da tabela I-1 do apêndice I. Com isso, o gráfico 1 a seguir apresenta as análises de correspondência bivariadas entre os nós terminais e as categorias de cluster de fontes de informação de modo a comparar os dois períodos.

Inicialmente entre ao longo dos dois triênios, há uma desconcentração em torno da origem tanto para os subgrupos de empresas como para os agrupamentos de fontes de informação. Isso significa que os perfis das empresas e dos agrupamentos são distintos das médias que se esperaria de cada um desses conjuntos. É interessante retratar que houve uma diferenciação de esforço de um período para outro, já que em 2001-2003 era necessária uma

base mais restrita de conhecimento na realização de inovações, no período posterior sua importância acabou centrada nas fontes externas e no conhecimento amplo, possivelmente relacionado aos resultados obtidos pela inovação. Além disso, os clusters 2 e 3 de fontes intermediárias passam a ser mais distintos, sendo os agrupamentos de números 1 (com valores médios superiores para todas as fontes) e 4 (com menores valores, concentrado em fornecedores de máquinas) de 2003-2005 aqueles com perfis similares e mais próximos da origem. Isso significa que, apesar de serem clusters diferentes, a distribuição das empresas dentro deles ocorre de modo similar. Para o caso de 2001-2003, os agrupamentos que tinham uma distribuição de empresas semelhante eram os clusters intermediários de fontes (2 e 3), com ambos se distanciando da origem. Além disso, é possível formar, nos dois triênios, quatro grandes grupos de firmas segundo a sua alocação frente ao cluster, sem que haja uma relação causal entre essas categorias, mas sim uma associação entre elas. Por isso, usando as informações angulares entre as categorias de empresas e os clusters de fontes de informação de 2003-2005, percebe-se que os agrupamentos e os conjuntos de firmas se associam por meio da probabilidade de inovar em produto e processo. Ou seja, aos agrupamentos de maiores valores médios de fontes de informação são alocados as firmas com maior chance de inovarem em produto e processo enquanto as inovadoras em processo se concentram nos últimos agrupamentos. É interessante observar que o cluster 3, formado por informações extremas e centradas em FOFI, FFMQ, FCC, FFEIRAS e FRII, estão positivamente associados às firmas de setores intensivos em tecnologia e independe da probabilidade de inovar em produto e processo.

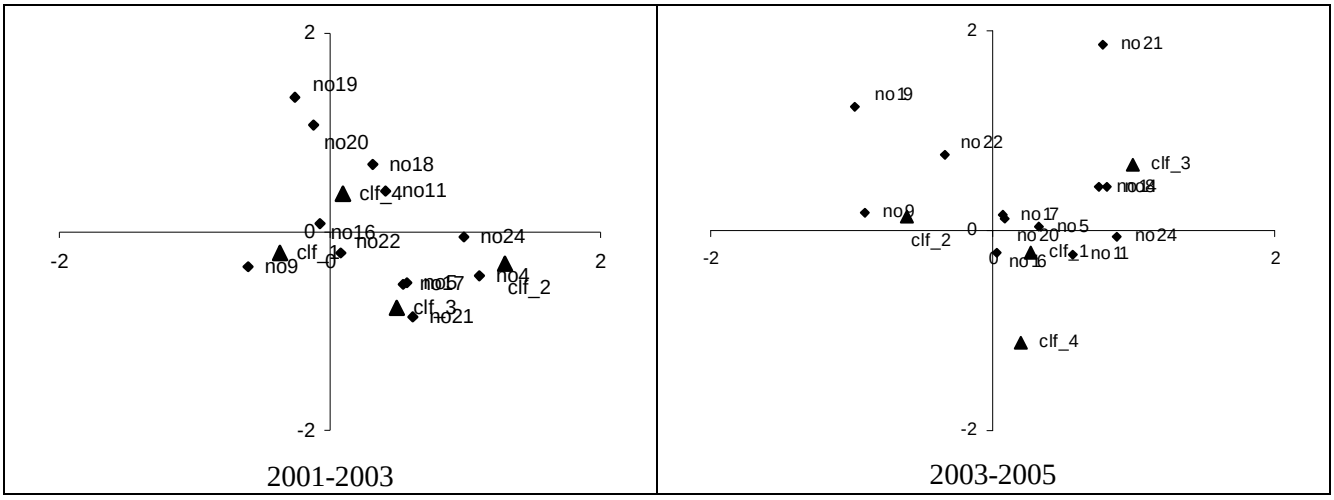


Gráfico 1 – Análise de correspondência para fontes de informação

Essa distinção por meio da probabilidade de inovar em produto e processo também se observa em 2001-2003, sendo encontrada no agrupamento focado em FOFI e FFMQ desse triênio associação mais clara com setores de alta intensidade tecnológica independentemente da probabilidade de inovar. Dois conjuntos de firmas de 2001-2003 que diferirem na probabilidade de inovar e pertencem a setores de intensidade tecnológica diferentes apresentam padrões de freqüência similares em decorrência da proximidade no gráfico: as firmas nacionais não-exportadoras de baixa intensidade tecnológica e as firmas produtoras de bens intermediários e intensivas em tecnologia. As primeiras têm maior probabilidade de inovar em processo e preferem informações de fornecedores de máquinas, enquanto as segundas associam FPEDI com fornecedores e têm maior chance de inovar em produto e processo.

Portanto, a análise de cluster aqui realizada indica uma associação entre a probabilidade de inovar em produto e processo e as clusters de fontes de informação. Isso significa que as firmas com maior probabilidade de inovar em produto e processo estão associadas a agrupamentos com informações mais amplas, ficando às inovadoras em processo os agrupamentos mais restritos.

Por outro lado, a análise bivariada entre os nós terminais e os clusters de importância das atividades inovativas apresentada no gráfico 2 demonstra a desconcentração na vizinhança da origem de 2001-2003 para 2003-2005. É possível perceber que o cluster 1 com maiores valores para todas as atividades inovativas tem um perfil não diferenciável do perfil médio em 2003-2005. Ou seja, a distribuição das firmas dentro desse agrupamento é semelhante à distribuição média na tabela de contingência. Além disso, os clusters 2 e 3 apresentam distribuições de firmas similares entre si por estarem próximos no plano cartesiano. Para 2001-2003, esse padrão não é verificado uma vez que há uma concentração em torno da origem, sendo os clusters 1 e 4 semelhantes.

Há também uma modificação perceptível entre os períodos pelos perfis dos nós terminais. Em 2003-2005, não é possível estabelecer uma relação exata entre as empresas e os clusters considerando ou a probabilidade de inovar em produto e processo ou a característica observável segundo o setor tecnológico. Contudo, entre 2001-2003, é possível visualizar uma associação com a intensidade tecnológica do setor, tendo sido as firmas intensivas em tecnologia alocadas para agrupamentos de importância mais elevada. Isso indica que a importância de atividades inovativas para a estratégia tecnológica entre os períodos se modificou.

É necessário evidenciar um fato que corrobora as predições teóricas de que setores intensivos em tecnologia atribuem maior importância para as atividades inovativas: as firmas inovadoras em processo representadas pelo nó 21. Essas firmas passaram a ser positivamente associadas a clusters com maiores valores de importância de 2005, principalmente atividades de P&D interna e aquisição de máquinas, desvencilhando-se da extrema aquisição de máquinas e treinamento e procurando uma estratégia mais ampla. Ou seja, essas empresas, mesmo sendo inovadoras em processo, utilizam uma base de conhecimento mais ampla, o que pode ser o fator diferenciador dos impactos das atividades obtidas quando comparadas com

demais empresas inovadoras em processo. Esse é o mesmo caso das empresas do nó 20. Logo, o foco na importância de atividades de P&D interno com a aquisição de máquinas e equipamentos tanto por empresas inovadoras em produto e processo, como pelas inovadoras em processo deve estar relacionado à busca da manutenção da vantagem competitiva para as primeiras e à concorrência por custos das segundas. Deste modo, essa análise não oferece uma clara associação entre importância da atividade inovativa e a probabilidade de inovar em produto e processo em 2005, mas uma associação com a intensidade tecnológica do setor industrial em 2003.

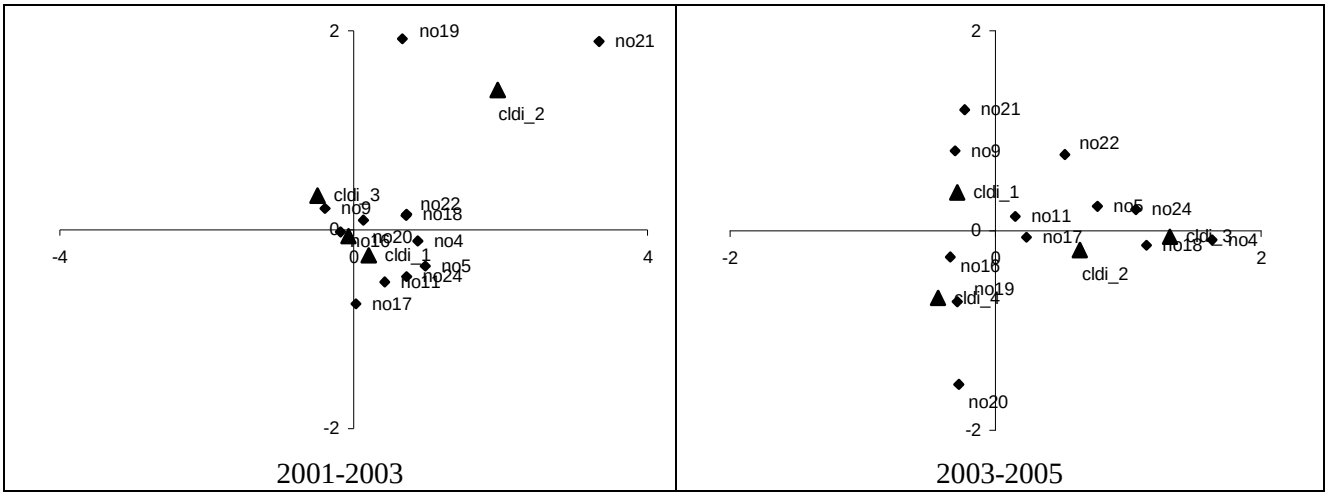


Gráfico 2 – Análise de correspondência para importância de atividade inovativa

Para complementar o gráfico 2, o gráfico 3 a seguir fornece as informações da análise de correspondência para os dispêndios relativos das atividades inovativas e as categorias de firmas. De um período para outro, é evidente a alteração na proximidade dos pontos em torno do eixo horizontal e a concentração de pontos próximos à origem, representando modificações dos comportamentos tecnológicas das firmas em termos de dispêndios em atividades de inovação. Um fator claro nos dois períodos é o perfil distinto dos clusters, tendo os agrupamentos de número 1 e 3 distribuições de firmas similares entre si e parecidas com a distribuição média em 2005, enquanto esse padrão era centrado nos clusters 1 e 2 de 2003. Para 2001-2003, a diferenciação entre clusters se dá via probabilidade de inovar em produto e

processo, sendo as inovadoras em processo alocadas para os agrupamentos com menores níveis de dispêndios, concentrando-se na aquisição de máquina. Por outro lado, a distinção em 2003-2005 considera a probabilidade de inovar em processo o que significa que, em geral, as firmas inovadoras em processo atribuem uma importância maior para um conjunto de informações mais amplo, sendo as inovadoras em produto e processo associadas a agrupamentos de menores valores médios de dispêndios relativos.

Contudo, existem casos em que as alterações no dispêndio relativo das atividades inovativas para os conjuntos de empresas via aprimoramento da estratégia anterior. O caso mais extremo, com mudança drástica da estratégia tecnológica, envolve as firmas que têm maior chance de serem inovadoras em processo e são produtoras de bens intermediários e intensivas em tecnologia. Essas empresas alocavam baixos percentuais para as atividades inovativas e centravam-se na aquisição de máquinas e equipamentos, mas entre 2003-2005 elas ampliaram a gama de dispêndios de atividades inovativa, principalmente em P&D interno e aquisição de máquinas e equipamentos. Portanto, para o caso dos dispêndios relativos não é possível determinar uma clara associação entre dispêndio em atividades inovativas e a probabilidade de inovar das empresas, mas possivelmente às características observáveis.

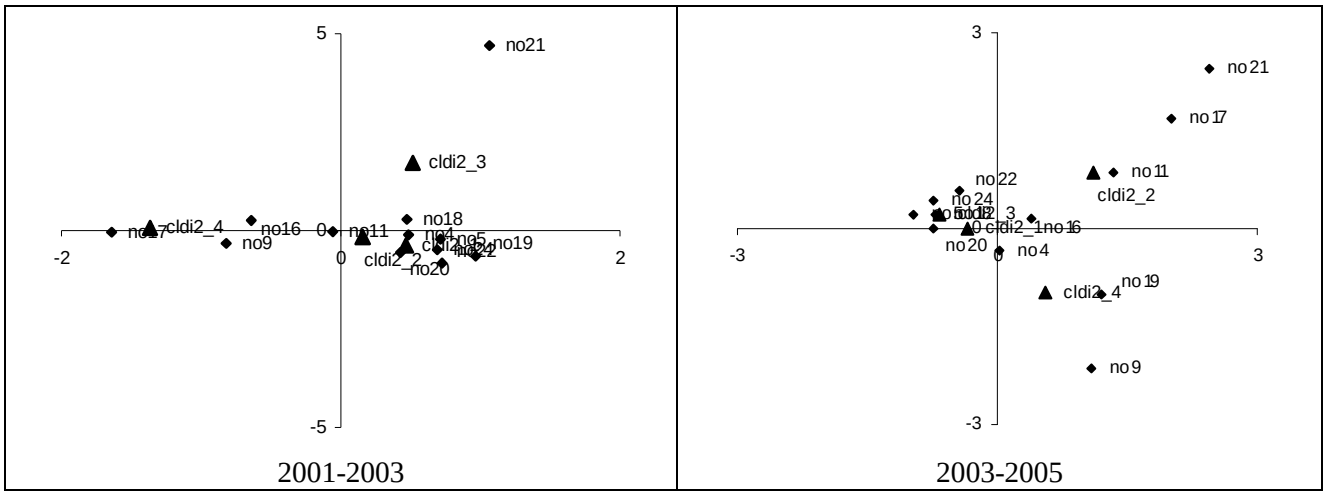


Gráfico 3 – Análise de correspondência para dispêndio de atividade inovativa

Por fim, a última análise bivariada entre as categorias de empresas e os clusters de impactos da atividade inovativa, apresentada no gráfico 4 abaixo, demonstra que houve uma alteração no perfil de distribuição dos pontos, passando a se concentrar em torno da origem e do eixo vertical. Além disso, nota-se uma diferença nos padrões de distribuição dos clusters, sendo que no primeiro triênio os clusters extremos, de maiores impactos e o de menores impactos, apresentavam perfis de distribuição das firmas similares e não-diferenciáveis da distribuição média. Contudo, entre 2003-2005 os agrupamentos que tinham essas características eram considerados de resultados intermediários (cluster 2 e cluster 3), enquanto os outros dois agrupamentos apresentavam perfis bem distintos. Para o primeiro período, percebe-se que a associação entre os clusters e as categorias de empresas envolve a probabilidade de inovar em processo, sendo as firmas inovadoras em produto e processo alocadas para os agrupamentos 2 e 3 de 2003, enquanto que para 2005, a maioria das firmas com maior chance de inovar em processo está selecionada pelo cluster 2. Isso é interessante já que esperar-se-ia que essas firmas continuassem a manter os ótimos resultados obtidos no período anterior, buscam a vantagem de custos via saltos de qualidade e reestruturação da produção.

Além disso, quando se comparam setores de intensidade tecnológica, percebe-se que, apesar da diferença no conjunto final de conhecimento dado pelas fontes de informação e as atividades inovativas (importância e dispêndio), existem conjuntos de empresas que obtêm resultados semelhantes. Ou seja, são empresas que após inovarem em produto e processo têm como resultados mais importantes a ampliação da qualidade do produto, da capacidade produtiva e da flexibilização da produção, bem como a manutenção da participação no mercado e baixos impactos em termos de custos de produção. Esse é o caso das firmas nacionais, instaladas a menos de 4 anos de setores de baixa intensidade tecnológica. Portanto,

há uma associação entre impactos da atividade inovativa e a probabilidade de inovar em produto e processo que deve ser influenciada pela base de conhecimento tecnológico da firma.

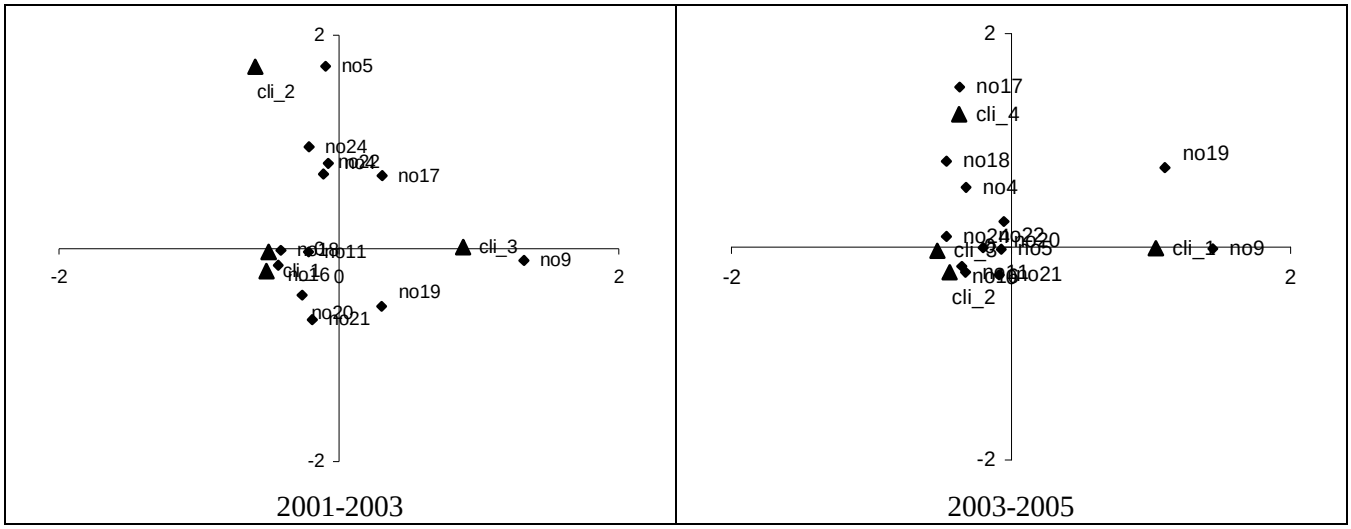


Gráfico 4 – Análise de correspondência para impactos da inovação

É interessante notar, por fim, uma concentração na associação de grupos de empresas com probabilidade de inovar em produto e processo a agrupamentos com impactos menos amplos, restringindo-se a manutenção do *market share*, com aumentos na qualidade do produto no segundo triênio. Assim, as análises de correspondência possibilitaram formar um quadro geral da relação insumo-empresa-resultado em que a probabilidade de inovar em produto e processo é essencial para distinguir os agrupamentos. Essas análises mostram que as estratégias tecnológicas das firmas que inovaram em produto e processo são mais amplas, mas que não é necessário a alocação em agrupamentos de melhores resultados. As mudanças de um triênio para o outro estabelecem as diferenças entre estratégias. A seção a seguir será focada nas relações entre insumos-empresas-resultados por meio dos resíduos padronizados.

2 Quadro síntese do comportamento tecnológico das inovadoras para 2003-2005

Para analisar as relações do fluxograma apresentado no capítulo metodológico, são analisados os resíduos padronizados das tabelas de contingência usadas nas análises de

correspondência. Esse procedimento ratifica e aperfeiçoa as considerações feitas na seção anterior. Assim, o quadro 6 abaixo está dividido segundo os setores de baixa e média intensidade tecnológica e de alta e média-alta intensidade tecnológica e os seus respectivos segundos níveis: a origem do capital controlador e a proporção de funcionários com 3º grau e analisa as relações entre insumos e resultados que focam o triênio 2003-2005.

Inicialmente, não há uma clara distinção em termos de fontes de informação para os dois ramos da árvore, sendo a importância e os dispêndios das atividades inovativas os fatores que diferenciam as estratégias tecnológicas, sobretudo no ramo de baixa intensidade tecnológica, fato que foi evidenciado na seção anterior. Também, verificam-se ajustamentos nas tipologias apresentadas no capítulo anterior por meio das análises de cluster, principalmente em termos de fontes de informação e impactos da atividade inovativa. Esse ajustamento de fontes de informação possivelmente pode estar relacionado à baixa importância das mesmas, enquanto as variações de impactos em torno do padrão estabelecido pela tipologia do capítulo anterior podem estar associadas ao acúmulo de conhecimento entre os períodos.

Assim, ao se comparar os subconjuntos de empresas apresentados no quadro abaixo e as estratégias tecnológicas distinguidas no capítulo anterior, percebe-se que para o triênio de 2003-2005 não há um ajustamento perfeito entre o que se esperava que fosse acontecer e o que demonstrado pelas relações nos resíduos padronizados. Isso pode ser um indício da necessidade de se entender o que acontece no triênio 2001-2003 que poderia impactar nas escolhas das estratégias tecnológicas no triênio 2003-2005. Dos 13 nós terminais analisados aqui, apenas 3 deles se encaixam perfeitamente na tipologia do quadro 5, enquanto os demais apresentaram variações em torno do que foi proposto, sobretudo em termos de impactos da atividade inovativa e dispêndios da atividade inovativa. Dois casos desse encaixe perfeito (nós 21 e 11) são empresas que adotaram estratégias de inovação em processo integrado, e o outro

(nó 4) envolve firmas com inovação em produto e processo. Um caso de perfeito ajustamento da tipologia é fornecido pelas firmas intensivas em tecnologia com uma proporção de funcionários com Ensino Superior maior do que 12% que têm chance de serem inovadoras em produto e processo. Essas empresas claramente utilizam uma base de conhecimento mais ampla, associando a atividade interna de P&D com a aquisição de máquinas e treinamento de pessoal para obterem impactos tanto em termos de produto, com aumento da qualidade, como às relações de mercado e a reestruturação do processo produtivo, incluindo a redução de custos.

Por outro lado, as firmas com maior probabilidade de inovar em processo de setores intensivos em tecnologia e com menos de 12% dos funcionários com 3º grau, nó 21, estão completamente ajustadas na tipologia de inovação em processo integrada. Elas associam aquisições de máquinas com atividades de P&D interno que impactam na relação de mercado, mantendo/ampliando sua participação com a qualidade do produto e crescimento da produtividade via reestruturação da produção com aumento da capacidade produtiva, flexibilidade e redução de custos de produção. Seguem essa mesma estratégia tecnológica as firmas representadas pelo nó 11.

Contrastando com o nó 4, usando uma base de conhecimento mais restrita em 2003-2005, as firmas intensivas em tecnologia com menos de 12% de funcionários com nível universitário, representadas pelo nó 19, obtêm resultados mais amplos. Isso poderia ser um indicativo de que o acúmulo de conhecimento passado é essencial para a determinação do comportamento tecnológico atual, já que no período 2003-2005 os menores gastos e centrados na aquisição de máquinas e equipamentos favoreceram não apenas resultados no processo produtivo, mas também nas relações de mercado.

As principais distinções, então, que trazem o ajustamento das estratégias tecnológicas ocorrem nos dispêndios da atividade inovativa. Um exemplo desse caso é fornecido pelas

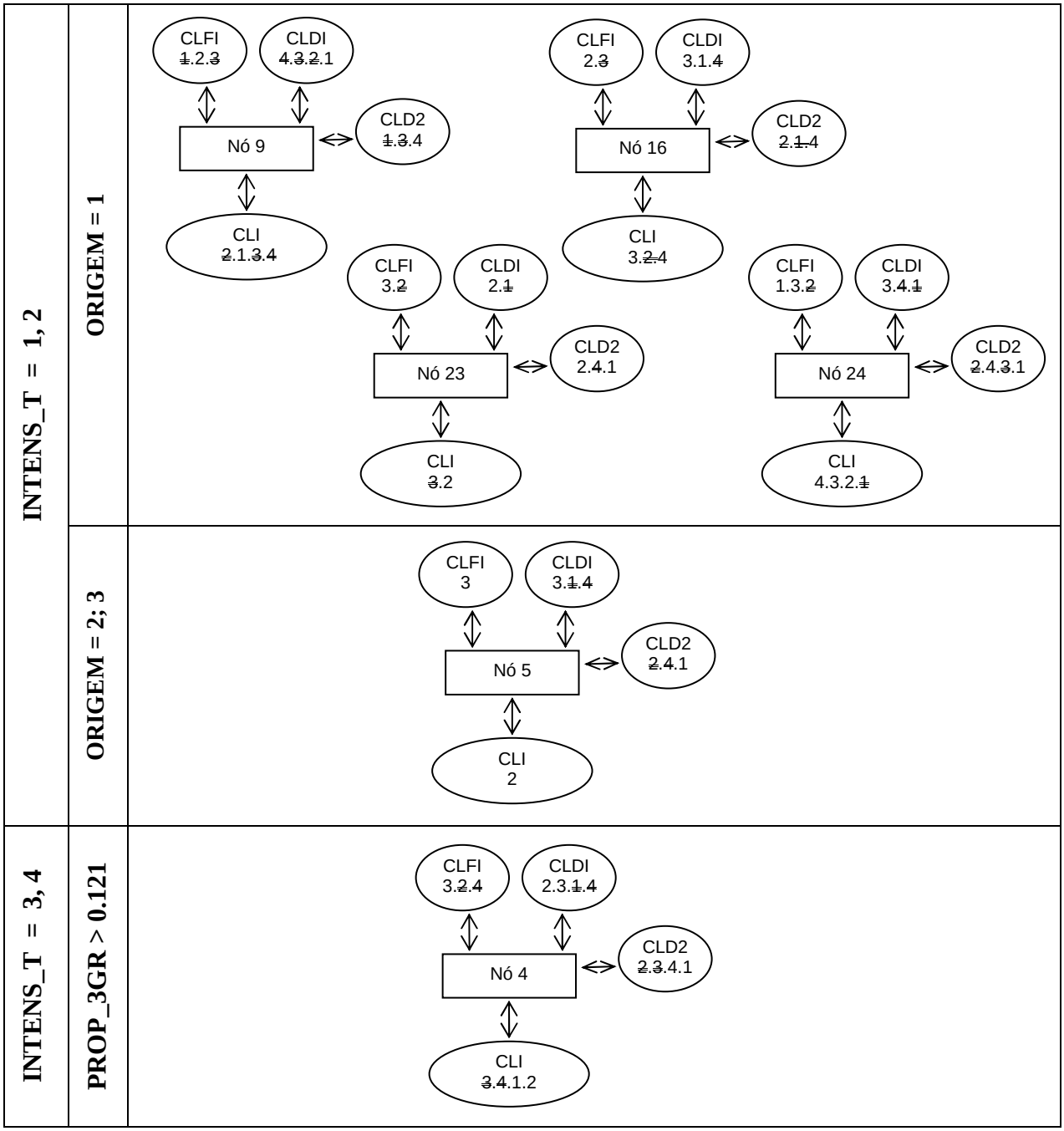
empresas nacionais de baixa intensidade tecnológica com maior probabilidade de inovar em produto e processo que deveriam estar associadas ao cluster 1 de altos gastos com P&D e aquisição de máquinas, mas gastam pouco em todas as atividades inovativas. Porém seus resultados realmente se encaixam nas previsões do capítulo anterior. Essa discrepância dos dispêndios pode estar relacionada ao ambiente competitivo que essas empresas se inserem.

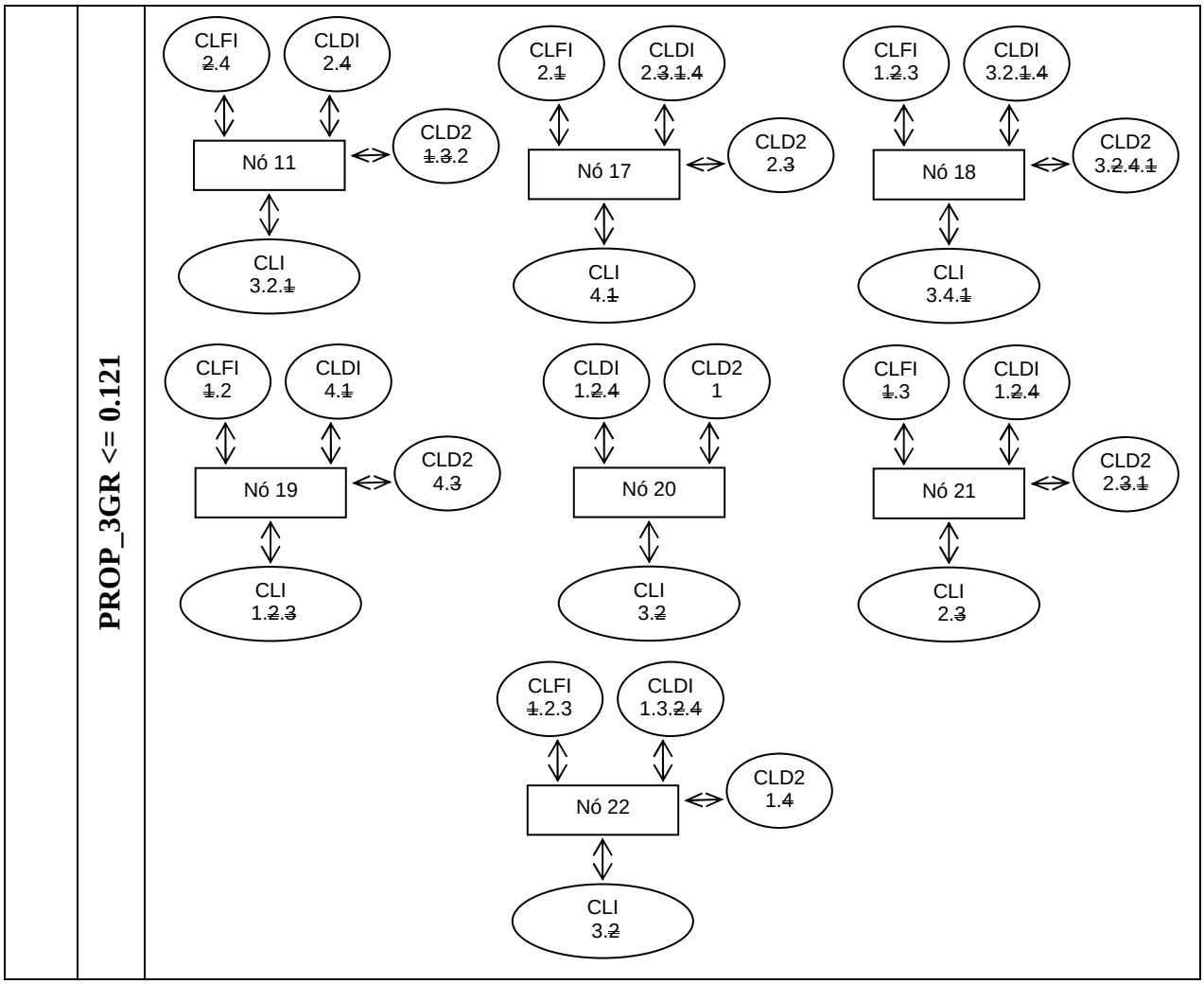
Esse é o caso, também, das firmas inovadoras em processo representadas pelo nó 17, em que a estratégia tecnológica da firma está mais relacionada com aquela das inovadoras em processo integrado, mas seus resultados são claramente associados à inovação em processo restrita. Isso ocorre, provavelmente, por causa da alteração da estratégia tecnológica em decorrência do ambiente macroeconômico.

Alem disso, aparentemente há uma coordenação nas estratégias tecnológicas das firmas com maior probabilidade de serem inovadoras em produto e processo já que em setores de baixa intensidade tecnológica suas estratégias e desempenhos são similares enquanto aquelas intensivas em tecnologia apenas apresentam estratégias próximas, mas seus resultados evidentemente dependem do conhecimento passado e das especificidades das firmas.

Assim, para o período 2003-2005, as estratégias previstas pelo capítulo 3 não são efetivamente seguidas, apresentando variações e casos extremos de mistura de comportamentos inovadoras, sendo necessário o entendimento da estratégia tecnológica no triênio 2001-2003 para verificar se existem fatores que ajudem nesse entendimento.

Quadro 6 – Relação insumo-empresa-impacto – 2005





~~C XX~~ caracteriza uma associação negativa com, pelo menos, um nível de significância de 5%.

3 Quadro síntese do comportamento tecnológico das inovadoras para 2001-2003

Essa seção apresenta os resultados para o triênio 2001-2003 que devem servir como referência para os resultados encontrados em 2003-2005. Assim, o quadro 7 abaixo segue a mesma estrutura do quadro anterior. É importante frisar que, novamente, as fontes de informação não se mostram fatores distintivos nos dois ramos e nas estratégias tecnológica, sendo os níveis de importância e os dispêndios das atividades inovativas aqueles que separam estratégias mais amplas das mais restritas. Contudo, em concordância com a predição teórica, os níveis de dispêndio e de importância em atividades inovativas de setores de baixa intensidade tecnológica são menores em relação aos intensivos em tecnologia. Além disso,

alguns resultados encontrados em 2001-2003 são similares aos encontrados em 2003-2005, como os nós 4 e 5 que são firmas com maior probabilidade de inovar em produto e processo e as firmas com maior chance de serem inovadoras em processo do nó 20, mas a maioria dos subconjuntos de empresas apresentou modificações na estratégia tecnológica. Esses são os casos dos nós 9, 22, 21 e 17.

Mas, para esse triênio, nota-se que a inserção das empresas no mercado externo e a origem do capital estrangeiro parecem ser determinantes para uma estratégia tecnológica mais ampla dos setores de baixa intensidade tecnológica, ainda que a firma se destine a atender o mercado interno também. Esse fato também é verificado em 2003-2005, o que pode indicar uma consistência da representação da estratégia tecnológica ao longo dos triênios.

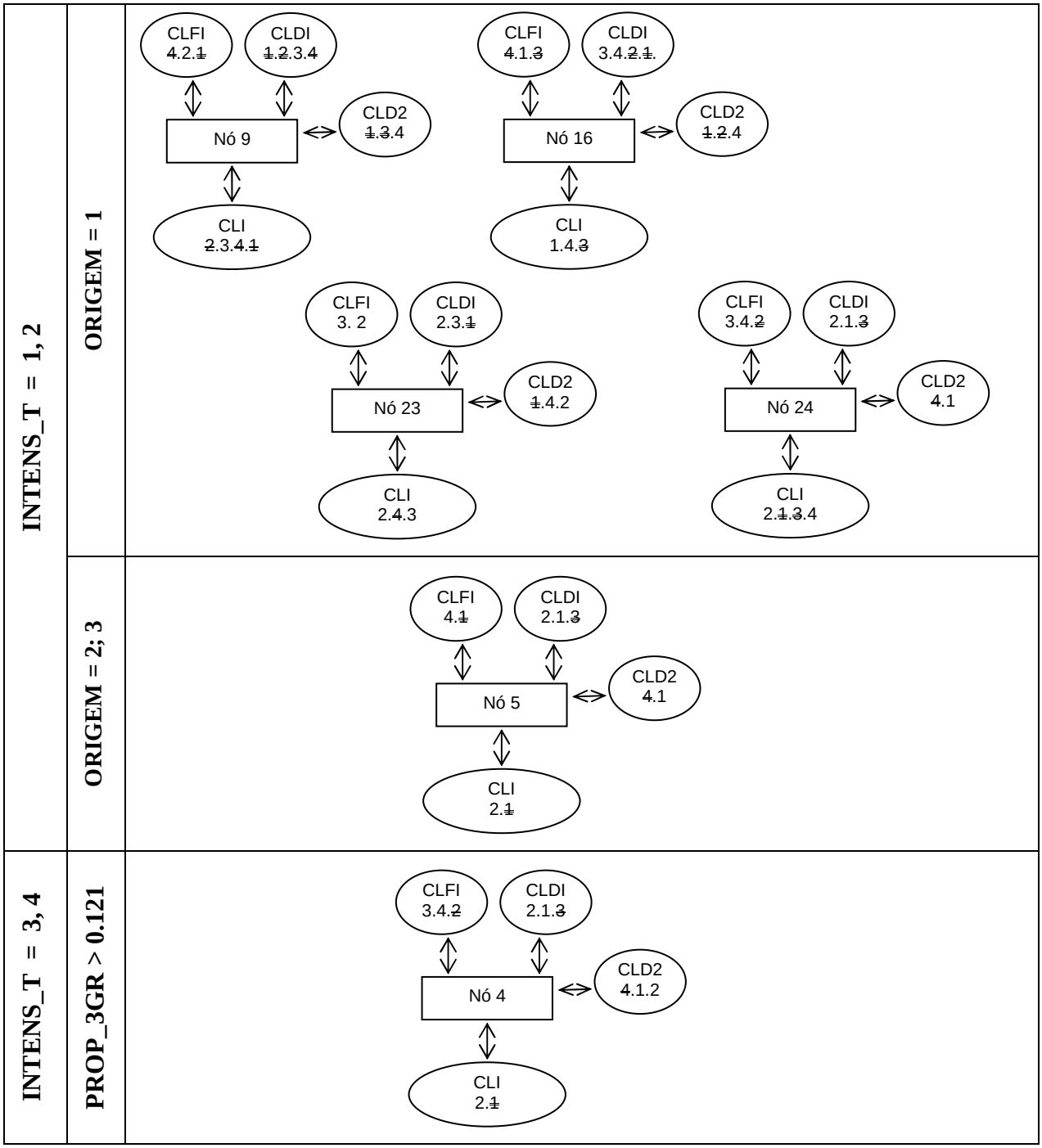
Além disso, percebe-se uma aproximação de estratégias tecnológicas por parte das firmas que inovaram em produto e processo, sobretudo em termos de dispêndios e importância da atividade inovativa, apresentando algumas variações quando analisados os impactos. Esse é o caso das firmas intensivas em tecnologia com mais de 12% dos funcionários com 3º grau que têm maior probabilidade de inovar em produto e processo, pois apresentam um estoque de conhecimento mais amplo, porém obtêm resultados focados nas relações de mercado e em alguma alteração do processo produtivo. Porém, quando se analisam as firmas com uma proporção de 3º grau inferior, vê-se que os seus esforços tecnológicos são similares, sobretudo para os dispêndios em atividades inovativas. Assim, elas procuram diminuir a diferença no esforço com uma base de conhecimento mais ampla, mas isso não significa que elas sejam eficientes para obter resultados melhores em 2001-2003. Essas empresas se concentram em aumentar a qualidade dos produtos, em manter a participação no mercado e em promover algumas modificações na linha de produção para ampliar a flexibilidade e a capacidade produtiva.

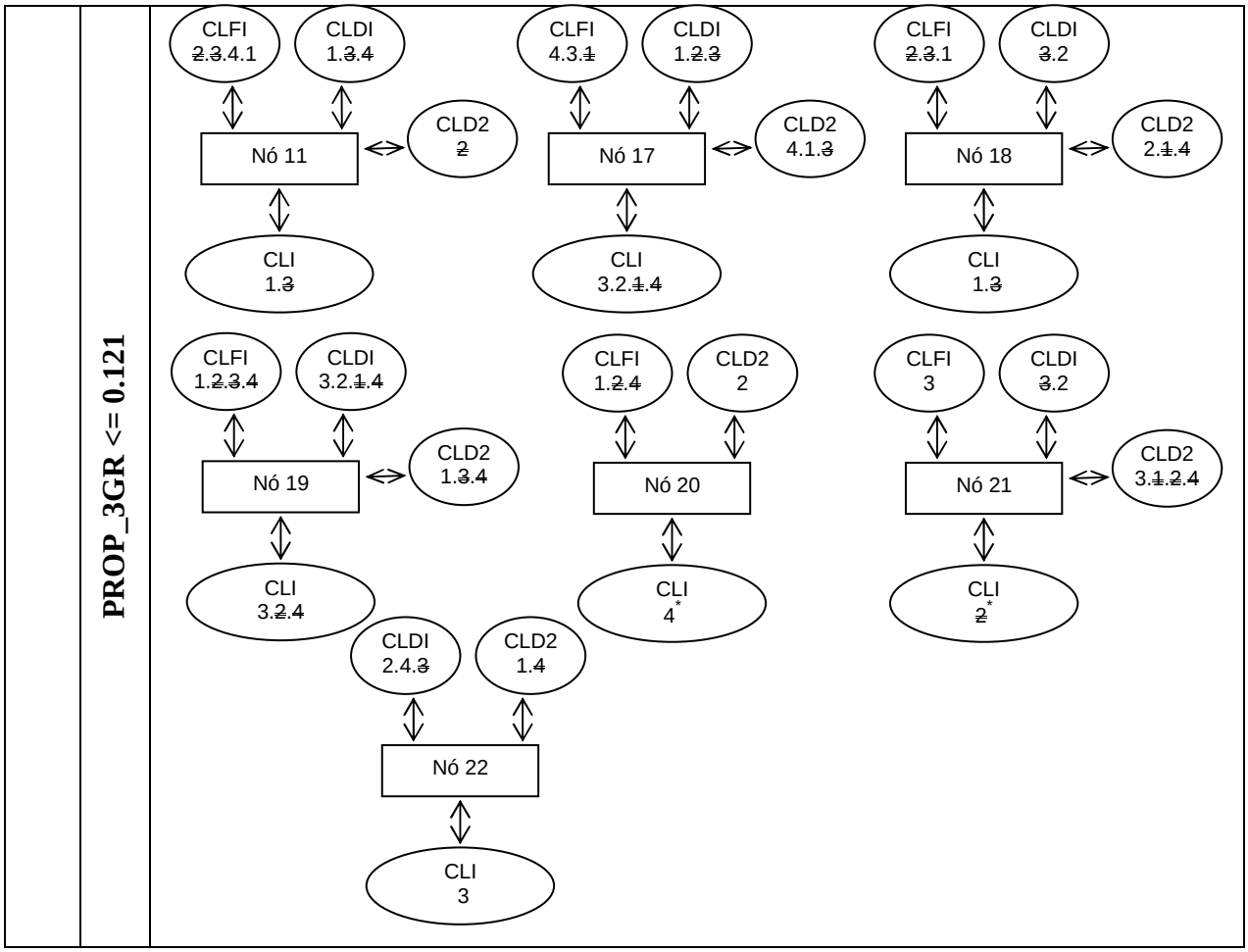
Para as inovadoras em processo, no entanto, isso não é verificado já que as principais diferenças entre estratégias estão centradas nos dispêndios das atividades inovativas, sendo essas diferenças mais claras quando se comparam os setores tecnológicos. Por exemplo, as firmas de setores de baixa intensidade tecnológica apresentam uma base de conhecimento mais restrita focando na aquisição de máquinas e equipamento e no treinamento do pessoal. Porém, seus resultados são mais amplos característicos de empresas que inovaram em produto e processo com a reestruturação na produção, redução de custos e relações de mercado tanto para a manutenção como para a ampliação de sua participação. Em contrapartida, as empresas de setores altamente intensivos em tecnologia gastam mais e de forma mais integrada a aquisição de máquinas e as atividades internas de P&D, mas não reduzem custos de produção. Elas apenas crescem na produtividade com a reestruturação da linha de produção, principalmente voltados para a manutenção da participação de mercado e a melhoria da qualidade do produto.

Então, para o triênio 2001-2003, os resultados indicam que é possível encontrar correspondências das tipologias apenas para as firmas que inovaram em produto e processo, independentemente do ramo da árvore analisado. O caso das inovadoras em processo mescla estratégias tecnológicas da tipologia processo integrado com resultados tanto orientados para as inovadoras em produto e processo como para as inovadoras em processo restrito, dependendo das características específicas de cada firma.

Em suma, as empresas pertencentes a setores de baixa e média intensidade tecnológica tiveram resultados compatíveis com a predição teórica de uma base de conhecimento mais restrita com resultados voltados para a qualidade dos produtos e para a manutenção do *market share* da firma, apesar da existência de casos específicos associados a características específicas das firmas. Por outro lado, o ramo das firmas altamente intensivas em tecnologia tem uma base de conhecimento mais ampla, mas com uma maior variabilidade de resultados.

Quadro 7 – Relação insumo-empresa-impacto – 2003





~~C XX~~ caracteriza uma associação negativa com, pelo menos, um nível de significância de 5%.
* representa um nível de significância de, ao menos, 10%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho se propôs a analisar as representações das estratégias tecnológicas das empresas brasileiras entre 2001 e 2005, considerando as firmas que inovaram em produto e processo ou apenas em processo no período 2003-2005. Assim, a análise da dinâmica da escolha de estratégias tecnológicas das firmas teve como ferramental o uso de estatística multivariada para o trinômio esforço-empresa-resultados. As representações das estratégias tecnológicas das firmas em 2003-2005 foram comparadas com as estratégias tecnológicas retroativas entre 2001 e 2003, usando dados da PINTEC, RAIS e SECEX para o período.

De modo geral, partiu-se de uma tipologia de estratégias tecnológicas fornecida por Antonucci e Pianta (2002) e Prochnik e Araújo (2005), que alocava os insumos e resultados de acordo com o tipo de inovação tecnológica realizada evidenciando as suas relações tanto em termos de produto e processo produtivo como o ambiente competitivo. Ela serviu de base para a determinação de uma tipologia parecida, separando as empresas que inovaram em produto e processo daquelas que inovaram em dois tipos de processo: processo integrado e processo restrito por meio das análises de cluster dos insumos e resultados. As empresas que tiveram uma estratégia tecnológica de processo integrado adicionam aos dispêndios com aquisição de máquinas e equipamentos gastos com a atividade interna de P&D e obtêm resultados mais amplos. Por outro lado, as empresas que adotaram uma estratégia de processo restrito consideram uma base de conhecimento muito restrita em termos de fontes de informação e focada na aquisição de máquinas voltadas, sobretudo, para a manutenção no mercado competitivo.

Inicialmente, notou-se que a probabilidade de uma empresa ser inovadora em produto e processo está relacionada à intensidade tecnológica do setor industrial e aumenta com a proporção de funcionários com nível superior, o que poderia indicar que há uma coordenação

entre a inovação tecnológica e a qualificação da mão-de-obra visto que esse tipo de inovação busca a vantagem competitiva. Além disso, a estimação da árvore de classificação e regressão mostra que a maioria das firmas intensivas em tecnologias têm maior probabilidade de inovar em produto e processo, mas isso não impede que aquelas de baixa intensidade também tenham chance de inovar conjuntamente em produto e processo.

Em termos de estratégias tecnológicas, é interessante notar a menor importância das fontes de informação na diferenciação de estratégias tecnológicas, independentemente do setor industrial analisado. Por outro lado, têm papel fundamental na determinação da estratégia tecnológica o esforço tecnológico relativo às atividades inovativas, tanto a importância como os dispêndios. São esses dois fatores que possibilitam distinguir as estratégias de empresas inovadoras em produto e processo daquelas que inovaram em processo, já que as primeiras coordenam o desenvolvimento de atividades de P&D interno com a aquisição de máquinas, enquanto as segundas focam-se na aquisição de máquinas e equipamentos.

Sobre esse aspecto, o estabelecimento de estratégias tecnológicas similares é mais evidente entre as inovadoras em produto e processo nos dois períodos, comparativamente as duas categorias de inovadoras em processo. Em geral, os resultados indicam que as firmas que inovaram em produto e processo apresentam uma base de conhecimento mais ampla, em pelo menos um dos triênios analisados, que possibilita a associação entre atividades de P&D interno e outras atividades inovativas, ampliando a produtividade da firma via alterações no processo produtivo para melhorarem ou manterem as suas posições no mercado competitivo.

Por outro lado, as inovadoras em processo se mostram distintas. Um caso clássico desse tipo de inovação em processo restrita pode ser encontrado nas pequenas firmas produtoras de bens de consumo durável de setores de alta intensidade tecnológica com maioria de funcionários com Ensino Médio. Elas têm uma base de conhecimento restrita e

específica, apenas adquirindo máquinas e equipamentos para se manter no mercado. Por outro lado, as firmas intensivas em tecnológica e produtoras de bens intermediários do nó 21 caracterizam-se por adotarem uma estratégia mais integrada.

Ademais, os resultados provêm evidências de que a modificação da estratégia tecnológica pelas firmas entre os dois triênios tende a trazer melhores impactos e/ou acúmulo de conhecimento para inovações futuras, como foi o caso das firmas com maior chance de serem inovadoras em produto e processo de setores de alta intensidade tecnológica que produzem bens intermediários. Esse tipo de empresa adotou uma estratégia tecnológica restrita e similar à estratégia de processo restrito, mas apresentaram ganhos de resultados que podem ser um indício do acúmulo de conhecimento.

Portanto, de modo geral, as representações das estratégias tecnológicas das firmas inovadoras em produto e processo se adaptam melhor às estratégias previstas apenas para o período 2001-2003. O triênio 2003-2005 é basicamente explicado por alterações nas estratégias tecnológicas por ambos os tipos de inovação que na maioria dos casos se mostrou efetivamente associado ao conhecimento acumulado e/ou ao ambiente econômico. Assim, pode-se dizer que as estratégias tecnológicas das firmas que inovaram em produto e processo usam uma base de conhecimento maior e, portanto, melhores resultados são obtidos. As empresas inovadoras em processo integrado se assemelham em alguns fatores às inovadoras em produto e processo, mas possivelmente têm estratégias competitivas distintas. As inovadoras em processo restrito são, nos dois períodos, aquelas que realmente usam uma base de conhecimento limitada e focada, apenas voltado para a manutenção no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBACHE, J.S. Inovações tecnológicas e exportações afetam o tamanho e a produtividade das firmas manufatureiras? Evidências para o Brasil. In: DE NEGRI, J.A.; SALERNO, M.S. (Orgs.) Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: IPEA, pp. 477-510, 2005.

AMOAKO-GYAMPAH, K.; ACQUAAH, M. Manufacturing strategy, competitive strategy and firm performance: an empirical study in a developing economy environment. *International Journal of Production Economics*, 111: 575: 592, 2008.

ANTONUCCI, T.; PIANTA, M. Employment effects of product and process innovation in Europe. *International Review of Applied Economics*. 16 (3): 295-307, 2002.

ARBIX, G.; SALERNO, M.S.; DE NEGRI, J.A. Internacionalização gera emprego de qualidade e melhora a competitividade das firmas brasileiras. In: DE NEGRI, J.A.; SALERNO, M.S. (Orgs.) *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. Brasília: Ipea, p.171-191, 2005.

ARRUDA, M., VERMULM, R., HOLLANDA, S. Como alavancar a inovação tecnológica nas empresas. São Paulo: Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras, mimeo, jun. 2004.

BAR-HEN, A.; MORTIER, F. Influence and sensitivity measures in correspondence analysis. *Statistics*, London, 38 (3): 207-215, jun., 2004.

BASTOS, C.; REBOUÇAS, M.; BIVAR, W. A construção da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC. In: VIOTTI, E.B.; MACEDO, M.M. (Orgs.). *Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil*. Campinas: Unicamp, 2003, p. 467-532.

BRAGA, H.; WILLMORE, L. Technological imports and technological effort: an analysis of their determinants in Brazilian firms. *The Journal of Industrial Economics*. 39 (4): 421-432, 1991.

BENEITO, P. Choosing among alternative technological strategies: an empirical analysis of formal sources of innovation. *Research Policy*, Sussex, 32: 693-713, 2003.

CABRER-BORRÁS, B.; SERRANO-DOMINGO, G. Innovation and R&D spillover effects in Spanish regions: a spatial approach. *Research Policy*, Sussex, 36: 1357–1371, 2007.

CRÉPON, B.; DUGUET, E.; MAIRESSE, J. Research, innovation, and productivity: an econometric analysis at the firm level. *NBER working paper series*. Cambridge, Working Paper 6696, Aug. 1998.

COHEN, M.; KLEPPER, S. A reprise of size and R&D. *The Economic Journal*, 106, pp.925-951, 1996.

DAVENPORT, S.; CAMPBELL-HUNT, C.; SOLOMON, J. The dynamics of technology strategy: an exploratory study. *R&D Management*, Oxford, 33 (5): 481-499, 2003.

FEIJÓ, C.A.; CARVALHO, P.G.M.; RODRIGUEZ, M.S. Concentração Industrial e Produtividade do Trabalho na Indústria de Transformação nos anos 90: evidências empíricas. *EconomiA*, Niterói, 4 (1): 19-52, 2003.

FLEURY, A.; FLEURY, M.T.L. Estratégias competitivas e competências essenciais: perspectivas para a internacionalização da indústria no Brasil. *Gestão & Produção*, São Carlos, 10 (2): 129-144, 2003.

GREENACRE, M.; HASTIE, T. The geometric interpretation of correspondence analysis. *Journal of the American Statistical Association*, Alexandria, 82 (398): 437-447, jun. 1987.

HASENCLEVER, L.; FERREIRA, P.M. Estrutura de mercado e inovação. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Orgs.) *Economia Industrial*: fundamentos teóricos e práticas no Brasil. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

HIGGS, N.T. Practical and Innovative Uses of Correspondence Analysis. *The Statistician*, Vol. 40, No. 2, Special Issue: *Survey* Design, Methodology and Analysis, pp. 183-194, 1991

HUERGO, E.; JAUMANDREU, J. How does probability of innovation change with firm age? *Small Business Economics*, 22: 193–207, 2004.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Série Relatórios Metodológicos Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica. Rio de Janeiro: IBGE. vol 30, 2004.

_____. Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

JANZ, N.; LÖÖF, H.; PETERS, B. Firm Level Innovation and Productivity - Is there a Common Story Across Countries? *CESIS*. Working Paper n.24, 2003.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 5ª ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 767p.

KANNEBLEY JR., S. Características das firmas inovadoras no Estado de São Paulo: uma análise empírica a partir da PAEP. *Economia Aplicada*, São Paulo, 8 (4): 693-728, 2004.

KANNEBLEY, S. JR.; PORTO, G.S.; PAZELLO, E.T. Characteristics of Brazilian innovative firms: An empirical analysis based on PINTEC – industrial research on technological innovation. *Research Policy*, Sussex, 34: 872–893, 2005.

KANNEBLEY, S. JR.; SELAN, B. Atividade inovativa nas empresas paulistas: um estudo a partir da PAEP-2001. *Revista Brasileira de Inovação*. Rio de Janeiro, 6 (1): 123-152, jan./jun. 2007.

KANNEBLEY, S. JR.; VALERI, J.O.; ARAÚJO, B.C. Desempenho econômico na indústria brasileira: uma análise contrafactual dos impactos da inovação. Anais do XXXV Encontro Nacional de Economia – ANPEC. Recife, 2007.

KANNEBLEY, S. JR.; DE NEGRI, J.A. Atividade inovativa na América Latina: uma comparação entre indústrias de baixa e alta intensidade tecnológica. *Texto para discussão* n.05. FEARP: Série Economia, 2008.

LOH, W.Y; SHIH, Y.S. Split Selection Methods for Classification Trees. *Statistica Sinica*, Cambridge, 7: 815-840, 1997.

MONTOYA, P.V.; ZÁRATE, R.S., MARTÍN, L.A.G. Does the technological sourcing decision matter? Evidence from Spanish panel data. *R&D Management*, 37 (2): 161-172, 2007.

MOREIRA, M.M. Estrangeiros em uma economia aberta: impactos recentes sobre a produtividade, concentração e comércio exterior. Texto para discussão n.67. Rio de Janeiro: BNDES, 1999.

NUCHERA, A.H.; SERRANO, G.L.; MOROTE, J.P. *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. 560 p., Madrid: Pirámides, 2002.

OECD. Frascati Manual. Paris: OECD, 2002.

_____. Oslo Manual: The measurement of scientific and technical activities. 2nd ed. Oslo: OECD/EC/Eurostat, 1997.

_____. Oslo Manual: Guide for collecting and interpreting innovation data. 3rd ed. Oslo: OECD/EC/Eurostat, 2005.

PADMORE, T.; SCHUETZE, H.; GIBSON, H. Modeling systems of innovation: an enterprise-centered view. *Research Policy*, Sussex, 26: 605-624, 1998.

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

PEARCE, J.A.; ROBINSON JR., R.B. *Strategic management*: formulation, implementation and control. New York: MacGraw-Hill Irwin, 9ª ed., 2005.

PEREIRA, J.C.R. *Análise de dados qualitativos*: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais. São Paulo: EDUSP. 3º ed., 1999.

PROCHNIK, V.; ARAÚJO, R.D. Uma Análise do Baixo Grau Inovação na Indústria Brasileira a Partir do Estudo das Firmas Menos Inovativas. In: DE NEGRI. J. A.; SALERNO, M.S. (Orgs.) *Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firmas Industriais Brasileiras*, Brasília: IPEA, 2005.

RAO, S.; TANG, T.; WANG, W. The Importance of Skills for Innovation and Productivity. *Internacional Productivity Monitor*. n.4, Spring, 2002.

RENCHER, A.C. *Methods of Multivariate Analysis*. 2nd ed. New York: Wiley-Interscience, 2002.

ROPER, S.; LOVE, J.H. Innovation and export performance: evidence from the UK and German manufacturing plants. *Research Policy*. Sussex, 31: 1087-1102, 2002.

SÁENZ, T. W.; CAPOTE, E.G. *Ciência, Inovação e Gestão Tecnológica*. Brasília: CNI/IEL/SENAI. ABIPTI, 2002.

SBRAGIA, R.; KRUGLIANSKAS, I.; CAMARGO, S.P. Inovação Tecnológica e Desempenho Empresarial no novo contexto brasileiro: uma análise evolutiva no período de 1993 a 1995. *Revista de Administração*, São Paulo, 33 (2): 21-28, abr./jun. 1998.

SBRAGIA, R.; KRUGLIANKAS, I.; ARANGO-ALZARE, T., Empresas inovadoras no Brasil: uma proposição de tipologia e características associadas. *Série Working Papers FEA/USP* No. 001/003. Disponível em http://www.ead.fea.usp.br/wpapers, 2002.

SHARIF, M.N. Technology strategy in developing countries: evolving from comparative to competitive advantage. *International Journal of Technology Management*, v. 14, ns. 2/3/4, pp. 309-343, 1997.

SPITAL, F.C.; BICKFORD, D.J. Successful competitive and technology strategies in dynamic and stable product technology environments. *Journal of Engineering and Technology Management*, 9: 29-60, 1992.

TIRONI, L.F.; KOELLER, P. Financiamento público à inovação segundo a pesquisa industrial de inovação tecnológica (PINTEC). *Texto para discussão n. 1217*. Brasília: IPEA, set. 2006.

VAONA, A.; PIANTA, M. Firm Size and Innovation in European Manufacturing. *Small Business Economics*, 30:283–299, 2008.

VERNET, M.; ARASTI, M.R. Linking business strategy to technology strategies: a prerequisite to the R&D priorities determination. *International Journal of Technology Management*, 18 (3/4): 293–307, 1999.

VIOTTI, E.B. Fundamentos e Evolução dos Indicadores de CT&I. In: VIOTTI, E.B.; MACEDO, M.M. (Orgs.). *Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil*. Campinas: Unicamp, 2003, p. 41-87.

_____. Inovação tecnológica na indústria brasileira: um exercício no uso de indicadores de inovação e algumas propostas para o seu aperfeiçoamento. *Parcerias Estratégicas*, Brasília, 20 (3): 953-964, 2005.

WILLIAMS, F.P.; et alii. Manufacturing strategy, business strategy and firm performance in a mature industry. *Journal of Operations Management*, 13: 19-33, 1995.

ZAHRA, S.A.; COVIN, J.G. Business strategy, technology policy and firm performance. *Strategy Management Journal*, 14 (6): 451-478, 1993.

ZAHRA, S.A.; DAS, S.R. Innovation strategy and financial performance in manufacturing companies: an empirical study. *Production and Operations Management*, 2 (1): 15-37, 1993.

APÊNDICE I – RESÍDUOS PADRONIZADOS DAS TABELAS DE CONTINGÊNCIA

Tabela I-1 – Informações das análises de correspondência

	2003				2005			
	CLF	**CLDI**	**CLD2**	**CLI**	**CLF**	**CLDI**	**CLD2**	**CLI**
Pearson chi2	407.82	1163.27	585.98	4429.88	1117.19	4705.68	550.55	5567.52
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Inércia Total	0.1189	0.0605	0.4629	0.2374	0.0581	0.2260	0.3766	0.2674
Inércia expl. (%)	88.70	95.92	79.83	98.74	98.20	93.38	86.33	98.76

Tabela I-2 – Resíduos padronizados das tabelas de contingência

	CLF				**CLDI**				**CLD2**				**CLI**			
								2003								
	1	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
4	-1.6	-11.4	8.9	16.9	8.2	10.2	-11.9	-0.9	2.7	3.8	0.3	-8.0	-4.8	11.2	-1.7	1.8
11	5.7	-7.3	-2.8	5.5	9.9	0.5	-8.9	-2.6	1.3	-2.0	-0.2	1.0	4.9	1.0	-5.5	0.2
17	-3.1	-1.3	2.5	6.1	4.8	-3.8	-3.7	-0.2	-6.9	0.7	-3.1	9.9	-2.3	5.3	4.8	-5.5
18	6.5	-6.2	-2.1	1.4	1.8	7.3	-5.9	1.7	-4.7	7.5	1.6	-4.4	6.9	1.9	-7.2	-0.5
19	8.0	-3.6	-4.3	-4.5	-6.4	12.6	4.3	-2.4	6.8	-4.1	-0.7	-2.8	1.3	-4.0	3.7	-3.8
20	3.4	-2.1	-0.4	-2.1	-0.4	0.6	-0.4	0.8	-1.0	2.6	-0.8	-1.2	0.5	-1.3	-1.6	1.9
21	-1.2	-1.2	3.7	1.3	1.7	12.6	-5.4	-1.4	-3.1	-3.0	12.5	-2.1	1.6	-1.8	-1.1	0.4
22	-0.5	-0.2	1.3	0.2	0.1	3.4	-3.2	2.4	2.7	0.2	-1.6	-2.4	-1.9	3.0	-0.8	1.5
5	-2.6	-1.0	1.3	5.5	6.0	4.2	-6.8	-1.7	3.6	-0.6	0.1	-3.8	-3.0	11.7	-0.8	-1.4
9	-11.1	18.2	-0.5	-13.1	-7.6	-5.5	13.1	-3.6	-2.7	0.4	-3.4	5.4	-33.4	-14.7	60.8	-24.4
24	1.4	-6.1	2.6	6.6	5.7	2.3	-5.8	-1.5	4.1	0.1	-1.4	-4.1	-2.9	6.5	-2.5	2.8
23	1.2	2.3	3.7	1.3	-4.1	3.9	5.2	0.9	-3.2	2.7	-1.1	4.8	1.1	5.1	6.2	-4.3
16	3.3	1.1	-3.3	-5.5	-6.9	-9.8	7.0	5.2	-2.2	-5.7	1.1	8.6	26.0	-0.7	-43.4	20.4
								2005								
4	1.7	-14.2	21.8	-3.0	-22.3	8.3	43.2	-16.1	2.8	-3.8	-3.8	4.7	-9.8	-2.7	7.8	8.1
11	0.4	-2.0	1.6	2.7	0.1	6.4	0.5	-3.6	-2.2	9.3	-4.9	-0.5	-6.4	2.4	4.8	-1.5
17	-5.0	6.4	-1.4	-1.8	-2.1	15.8	-3.0	-2.6	-1.3	5.3	-2.2	-0.9	-4.3	1.7	-1.7	8.6
18	3.6	-6.8	5.6	-1.1	-13.8	6.5	24.0	-8.2	-4.0	-3.9	10.3	-3.6	-11.6	0.3	5.7	10.5
19	-5.3	5.8	-0.1	-1.7	-2.6	-1.3	-1.8	5.2	-1.0	0.7	-2.4	3.1	10.6	-4.9	-6.8	1.9
20	-1.0	0.0	1.3	0.8	-5.9	-2.5	-0.5	8.3	2.6	-0.8	-1.2	-1.0	-0.3	-2.4	2.3	0.3
21	-2.9	-0.7	6.6	-1.3	5.8	-2.3	-1.4	-4.3	-2.4	8.3	-2.6	-2.0	-0.8	3.6	-2.5	0.1
22	-4.4	3.5	2.4	-1.8	2.2	-2.3	5.3	-6.1	2.7	-0.1	-0.3	-2.6	-1.9	-2.3	4.2	-0.6
5	-1.9	-0.3	4.4	-1.7	-2.7	1.3	9.7	-6.0	5.5	-4.1	2.0	-4.5	-1.2	2.0	-0.9	0.4
9	-18.5	30.5	-17.6	-4.0	28.1	-6.3	-14.0	-16.7	-3.1	-2.0	-4.4	10.2	70.6	-25.2	-40.5	-10.0
24	7.0	-11.3	7.7	-2.1	-5.4	1.5	15.7	-8.2	3.0	-2.6	4.3	-5.7	-8.0	4.3	2.7	2.3
23	0.1	-8.1	6.4	1.6	-4.2	6.0	0.4	1.3	3.9	6.1	0.6	-8.5	0.4	9.7	-8.3	1.5
16	13.6	-11.5	-6.5	6.5	-0.4	-7.7	-31.5	31.5	-2.7	4.8	-2.3	1.1	-39.9	19.2	23.2	-3.8