

# **Análise dos fatores de influência na propensão à inovação da indústria paulista\***

*Antônio Carlos Pacagnella Júnior*

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Unimep

*Geciane Silveira Porto*

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP – Ribeirão Preto

Recebido: 10/11/2010 Versão revisada (entregue): 15/09/2011 Aprovado: 29/09/2011

---

## RESUMO

A proposta deste trabalho é analisar os resultados obtidos pela indústria paulista quanto à inovação tecnológica e identificar os fatores que influenciam este fenômeno, utilizando, para este fim, dados provenientes da Pesquisa de Atividade Econômica Paulista (Paep), realizada pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade). Para alcançar este objetivo, foi construído um modelo conceitual que relaciona os principais fatores que podem influenciar a propensão a inovar destas empresas, o que deu origem a um modelo de regressão logística, que foi a técnica utilizada. Os resultados mostram que, para a inovação tecnológica em produtos, os fatores que impactam a probabilidade de este fenômeno ocorrer são: as fontes de informação internas; a cooperação em pesquisa e desenvolvimento (P&D); a presença de laboratório ou departamento de P&D; investimentos financeiros em P&D; a orientação exportadora; as fontes de informação ligadas ao mercado; os investimentos de recursos humanos em P&D; e as chamadas outras fontes de informação. Já quanto à inovação em processos, os fatores de influência identificados são: o apoio governamental; as fontes de informação ligadas ao

\* Os autores gostariam especialmente de agradecer as contribuições advindas das sugestões feitas pelos pareceristas da revista, pois enriqueceram enormemente o trabalho.

mercado; as fontes de informação internas; a presença de laboratório ou departamento de P&D; a idade da empresa; a cooperação em P&D; outras fontes de informação; a orientação exportadora; o percentual de recursos humanos ligados à produção; as fontes de informação institucionais; e o salário médio.

PALAVRAS-CHAVE | Inovação Tecnológica; Indústria; Regressão Logística.

Códigos JEL | O31

### **Influential factors analysis of the innovative performance in the industries from São Paulo State**

#### ABSTRACT

This paper has as its purpose to analyze the results obtained by the industries from São Paulo state related to the technological and also to the identification of the factors which influenced this phenomenon. For this purpose data from Research on São Paulo State Economic Activity (PAEP) provided by State Data and System Analysis Foundation (SEADE). Within this context, a conceptual model was designed which relates features that can influence the innovative performance of these enterprises that give rise to a logistic regression model to be the technique used. The results show that when it comes to technological product innovation the relevant factors to make it possible are: the internal information sources, the cooperation on research and development (R&D), the availability of a R&D specific department, financial investments in R&D, export orientation, the information sources related to the market, the human resource investments in R&D, and the so called other information sources. However, the influential factors related to technological innovation processes are: government support to innovation, the information sources related to the market, the internal information resources, the availability of a R&D specific department, company age, cooperation on R&D, other information sources, export orientation, the human resource percentage straight related to the production, to institutional information sources, and the average salary.

KEYWORDS | Technological Innovation; Industry; Logistic Regression.

JEL-Code | O31

---

## 1. Introdução

Os estudos referentes à inovação tecnológica justificam-se, em primeiro lugar, por tratarem de um tema que, segundo Matesco (1993), é essencial para a promoção do progresso econômico de um país e da competição entre empresas.

Já Viotti e Macedo (2001) apresentam três razões importantes para o estudo da inovação tecnológica. A primeira, chamada de razão científica, baseia-se na ideia de que o estudo da inovação tecnológica pode contribuir para o entendimento de questões referentes à dinâmica da ciência e tecnologia, como os impactos do avanço tecnológico na sociedade, na economia, no emprego, na qualidade de vida e no meio ambiente.

A segunda é chamada de razão política e está relacionada à identificação das necessidades científicas que podem levar à elaboração de políticas públicas mais eficazes e eficientes, o que, segundo Archibugi, Howells e Michie (1999), pode permitir a um país obter vantagem no mundo globalizado. A última razão é chamada de pragmática e diz respeito à identificação de oportunidades tecnológicas e fundamentação de decisões de investimento, fornecendo subsídios para elaboração das estratégias tecnológicas realizadas pelas empresas.

Destaca-se, ainda, que a inovação constitui um dos principais determinantes do crescimento econômico de um país, à medida que resulta dos esforços da infraestrutura produtiva dos atores que compõem a rede de ciência e tecnologia, que, permeados pelas políticas públicas de diretrizes governamentais, formam os elementos-chave de um sistema nacional de inovação (NELSON, 1993; PATTEL; PAVITT, 1994).

Baseando-se nestes fatores e diante do aumento da competitividade internacional nos últimos anos, torna-se fundamental para países em desenvolvimento, como o Brasil, elaborar estudos que levem a uma compreensão mais profunda das dinâmicas relativas à inovação tecnológica no país.

O Estado de São Paulo foi escolhido como objeto de estudo deste trabalho devido à sua importância econômica e tecnológica e, principalmente, pela força de sua indústria. Porém, para melhor justificar esta escolha, é preciso analisar alguns dados referentes ao Estado.

Segundo a Fapesp (2010), o investimento público em P&D realizado no Estado gira em torno de R\$ 2,7 bilhões/ano, o maior do país, considerando-se os investimentos realizados conjuntamente pelas esferas estadual e federal. São Paulo responde por cerca de 38,2% das empresas inovadoras e por 45,5% daquelas com

atividades de P&D, no total nacional, além de ser o Estado com o maior número de patentes depositadas no Inpi (FAPESP, 2004).

Outro aspecto relevante é destacado pelo IBGE (2008): O Estado de São Paulo é responsável por aproximadamente 60% dos recursos humanos com nível superior alocados em P&D nas empresas brasileiras, com cerca de 49% dos pós-graduados e 61% dos graduados alocados em P&D no país.

Diante deste contexto e considerando a relevância do Estado de São Paulo na economia brasileira e a importância da inovação tecnológica para um país em desenvolvimento, o presente artigo tem por objetivo realizar uma análise sobre os fatores que influenciam a propensão a inovar da indústria paulista, esperando que os resultados encontrados possam servir de subsídios para elaboração de políticas públicas no que tange ao fomento à inovação, bem como para fundamentar as decisões de investimento de suas indústrias, contribuindo com o desenvolvimento econômico e tecnológico do Estado.

Buscando atingir este objetivo, utilizou-se a base de dados proveniente da Pesquisa de Atividade Econômica Paulista (Paep), produzida pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade), a partir da qual, juntamente com o referencial teórico construído, foi possível identificar e analisar os fatores que influenciam a propensão à inovação tecnológica nas empresas industriais paulistas, conforme será apresentado nas próximas seções deste artigo.

## **2. A inovação tecnológica**

Em face das enormes mudanças observadas nos âmbitos social, político e principalmente econômico atuais, as organizações têm operado em ambientes cada vez mais competitivos e mercados cada vez mais exigentes.

Com o objetivo de tornar-se competitiva, a empresa moderna deve estar orientada para a introdução contínua de novos itens em seu portfólio de bens e serviços, bem como para o desenvolvimento de seus processos produtivos, buscando torná-los mais eficientes.

Neste contexto se insere a inovação tecnológica, que, a partir de Shumpeter (1961), foi definida como a introdução de produtos novos ou significativamente melhorados no mercado, a criação ou o aperfeiçoamento de processos, a abertura de novos mercados, a conquista de novas fontes de suprimento de matéria-prima e a reestruturação organizacional. Ainda segundo este trabalho clássico, a intensidade com que ocorrem e os impactos que causam no sistema econômico, levam as ino-

vações a serem percebidas como radicais (aquelas que rompem radicalmente com o passado, sendo responsáveis por grandes revoluções tecnológicas) ou incrementais (alterações significativas, mas sem rompimento com a tecnologia até então existente).

Dosi (1988), seguindo linha semelhante, afirma que a inovação tecnológica está fortemente relacionada com a descoberta, o desenvolvimento, a experimentação e a adoção de novos produtos, novos processos e novas estruturas organizacionais. Para Andreassi (1999), decorrem dessa definição:

- a inovação tecnológica pressupõe alguma incerteza inerente ao processo;
- as oportunidades tecnológicas podem estar baseadas no conhecimento científico;
- a crescente complexidade nas atividades de inovação favorece as organizações formalizadas como universidades, laboratórios de P&D nas indústrias, centros de pesquisa, etc.;
- a curva de aprendizado tecnológico também traz contribuições para as empresas em razão do acúmulo da experiência tecnológica pelas empresas.

Embora existam vários estudos sobre o tema (DOSI, 1988; ANDREASSI; SBRAGIA, 2002; FRANCIS; BESSANT, 2004) que desdobram este conceito, atualmente a definição contida no *Manual de Oslo* (OECD, 2005) tem sido a diretriz aceita para diversas pesquisas, conceituando a inovação tecnológica como sendo a introdução de um novo produto ou um novo processo, organizacional e de *marketing*, bem como qualquer melhoria significativa introduzida nos mesmos (OECD, 2005).

Segundo Dosi (1998), a origem da inovação tecnológica está na necessidade de solução de um problema tecnológico para o qual os conhecimentos disponíveis até o momento não são suficientes para resolver. Um problema tecnológico demanda a necessidade ou cria a oportunidade para que aconteça a inovação, o que é corroborado por Carayannis e Roy (2000) quando afirmam que a inovação tecnológica pode ser vista como uma resposta dos agentes desenvolvedores de tecnologia a uma demanda de mercado (*feedback* tecnológico). Esta resposta realimenta o sistema, gerando novas necessidades (ou problemas tecnológicos) que devem ser atendidas, dando início a um novo ciclo.

No que tange ao processo de inovação e à sua respectiva gestão, são encontrados diversos modelos, desde o inicial, chamado de “modelo linear de inovação” (BUSH, 1945), passando por aquele denominado elo-de-cadeia de Kline e Rosenberg (1986), no qual a inovação tecnológica é o resultado de interações entre oportunidades de mercado e a base de competências por parte das empresas, sendo composta por

diversos subprocessos, como invenção, desenvolvimento e comercialização, porém sem uma sequência claramente definida e com ocorrência de realimentações entre os subprocessos. Neste modelo, a empresa está posicionada no centro do processo de inovação tecnológica e a pesquisa é vista como uma fonte de solução dos problemas tecnológicos surgidos durante as etapas deste processo. Mais especificamente, quando surge um problema em uma das etapas do processo de inovação, como na invenção, no detalhamento de projeto ou na comercialização, a empresa recorre diretamente à sua base de conhecimentos e capacitações e, quando esta não é suficiente, recorre à pesquisa para ampliar esta base. Recentemente o modelo de inovação aberta de Chesbrough (2007), assim como Chesbrough, Vanhaverbeke e West (2006), intensifica a importância das fontes externas de tecnologia como parceiros determinantes no resultado final do desempenho inovador da empresa. Segundo estes autores, como resultado da internalização de tecnologia externa e da transferência de tecnologia para o mercado, as empresas têm condições de ampliar suas receitas com venda e licenciamento de tecnologia e criação de *spin-off*, enquanto reduzem seus custos e riscos associados à atividade inovadora, interferindo diretamente em seus indicadores de desempenho tecnológico.

Assim, tem se fortalecido a percepção de Viotti e Macedo (2001), de que as empresas não inovam isoladamente, mas em um contexto de redes de relações com outras empresas (direta ou indiretamente), com infraestrutura de pesquisa pública e privada (instituições de ensino e pesquisa) e mesmo com a economia nacional e internacional. Nesse contexto de sistemas nacionais de inovação proposto por Freeman (1988) e Lundvall (1992), é possível entender porque alguns países conseguem atingir níveis de desenvolvimento tecnológico e econômico superiores a outros, destacando-se justamente por considerar de maneira simultânea aspectos institucionais, organizacionais e econômicos que caracterizam as dinâmicas inovativas de um país. No caso brasileiro, uma vez que, segundo Albuquerque (1996), nos encontramos em um SNI incompleto, ou melhor, com ilhas de desenvolvimento em diferentes patamares, torna-se relevante analisar indicadores de inovação.

Diversos estudos empíricos têm sido realizados no intuito de elucidar os determinantes da inovação, destacando-se os trabalhos de Dosi (1988), que analisou os investimentos de recursos financeiros em pesquisa e desenvolvimento, Marsili e Verspagen (2002) e Hagedoorn (2002), que apontam para a importância da cooperação em P&D, e Shefer e Fenkel (2005), que ressaltam a idade, o tamanho e a orientação exportadora da empresa. Também podem ser destacadas a relevância das

fontes de informação para atividades inovativas apontadas por Quadros et al. (2001) e a presença de laboratório ou departamento específico de P&D citada por Santarelli e Sterlachini (2004). Smith (2007) faz uma reflexão sobre o que pode e o que não pode ser mensurado em termos de indicadores de inovação, comparando vários estudos realizados a partir da base do *Community Innovation Survey* (CIS), a qual, segundo o autor, tem como contribuição positiva o fato de que a pesquisa empírica pode ser continuamente melhorada e, mesmo que muitas questões ainda permaneçam sem resposta, a disponibilidade e a análise de base de dados sobre inovação tornam-se um diferencial ao longo do tempo. Isso nos remete aos estudos sobre o tema no país. A Pintec tem sido o alvo de inúmeros estudos desde sua primeira versão, tais como em Kannebley, Porto e Pazzelo (2005), cujos resultados apontam para a influência da orientação exportadora, da origem do capital controlador e do tamanho da empresa no desempenho inovador. De Negri e Salerno (2005), por sua vez, organizaram um conjunto de análises sob diferentes temas, como a proposição de padrões tecnológicos, análises sobre emprego, comércio internacional e estudos sobre setores específicos, entre outros, todos utilizando como base a Pintec. Já em De Negri, Araújo e Moreira (2009) são agrupadas diversas comparações entre a indústria brasileira e a mexicana sob o prisma da inovação tecnológica.

A Paep, no entanto, foi alvo de um conjunto restrito de análises dado o seu amplo leque de informações disponíveis aos pesquisadores. Com este propósito, optou-se por observar justamente os dados da Paep, em razão dessa escassez de estudos focados em especial nos determinantes da inovação, uma vez que a descrição dos padrões de inovação paulista comparados foi apresentada por Quadros et al. (2001) e o sistema paulista de inovação foi mapeado por Quadros et al. (2000; 2005), cuja análise é relativa à importância dos diversos tipos de fontes de informação para as atividades inovativas das empresas. Além disso, destaca-se que indústria paulista representa aproximadamente 33% do PIB e 40% da atividade industrial nacional, conforme a Pintec 2008 (IBGE, 2010), e que dados mais detalhados sobre este conjunto de empresas deveriam ser alvo de análises mais frequentes.

Dessa forma, cabe ressaltar que, para estabelecer um referencial teórico-empírico adequado para a análise realizada neste trabalho, tomou-se como base o trabalho dos seguintes autores:

- Certa et al. (2004) e Milson e Wilemon (2006), que analisaram a influência de fatores como a experiência da empresa e os recursos investidos em P&D;

- Kannebley, Porto e Pazzelo (2005), cujos resultados apontam para a influência da orientação exportadora, da origem do capital controlador e do tamanho da empresa no desempenho inovador;
- Quadros et al. (2004) e Frishamar e Hörte (2005), que analisaram a influência das fontes de informação para as atividades inovativas e sua importância para os resultados em termos de inovação;
- Hagedorn (2002), que destaca a importância da cooperação em P&D para a inovação;
- Shefer e Frenkel (2005), que destacam a idade, o tamanho e a orientação exportadora da empresa como características que influenciam a inovação tecnológica;
- Sharp e Pavitt (1993), Fonseca (2001) e Freitas e Tunzelmann (2008), cujos trabalhos ressaltam a relevância do apoio governamental para o desempenho inovativo das empresas;
- Mahmood e Lee (2004), que ressaltam a influência de a organização pertencer a um grupo empresarial em sua dinâmica inovativa;
- Castellacci (2008), cujo trabalho destaca as diferenças nos padrões inovativos de empresas industriais e prestadoras de serviço.

Inserindo-se neste contexto, o presente estudo aborda a inovação tecnológica nas indústrias do Estado de São Paulo, buscando determinar a influência de diversos fatores na propensão a inovar destas organizações, tomando como referência os estudos supracitados e outros, de modo a analisar diversas variáveis que podem explicar o fenômeno analisado.

### **3. Aspectos metodológicos**

O presente trabalho é quantitativo e utiliza dados secundários providos da Pesquisa de Atividade Econômica Paulista (Paep), realizada em 2002 e que abrange o período de 1999 a 2001. Para a elaboração do plano amostral, a Fundação Seade utilizou o Cadastro de Empresas (Cempre), fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em que foram selecionados 1.006.037 registros, dando origem a uma amostra de 42.023 empresas dos setores industriais abordados pela Paep.

A amostragem da pesquisa se deu de maneira estratificada que, segundo Malhotra (2001), compreende um processo de dois estágios em que a população é dividida em subpopulações ou estratos, correspondendo, neste caso, a 21 setores industriais do Estado para os quais a pesquisa apresenta significância estatística.

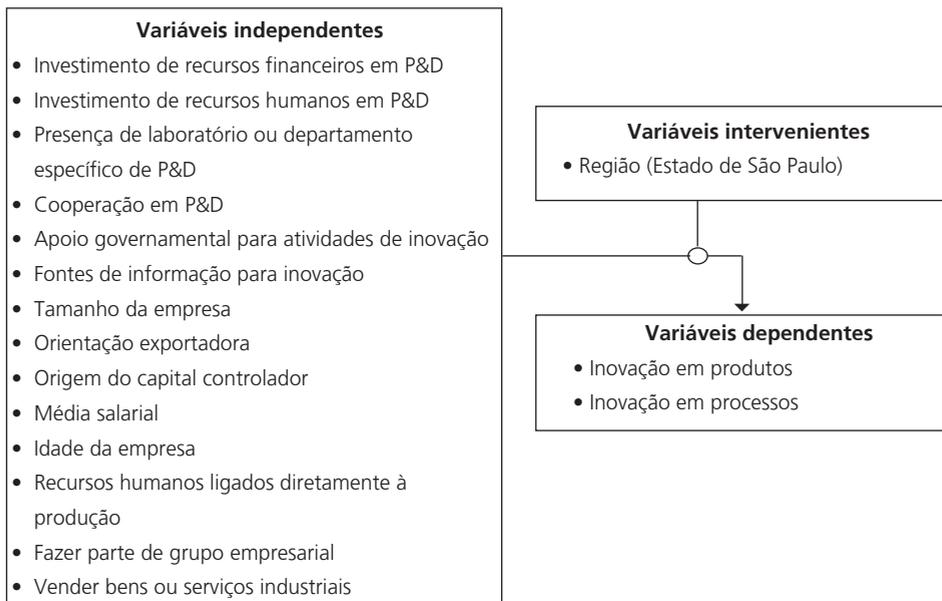
### 3.1. Modelo empírico de pesquisa

Para Malhotra (2002), um modelo é um conjunto de variáveis e seus inter-relacionamentos, concebido para representar de maneira completa ou parcial um sistema ou um processo real. Complementando este conceito, Hair Jr. et al. (1998) afirmam que a proposta de um modelo é prover uma representação compreensível das relações entre as variáveis a serem examinadas.

Desta forma, para atingir o objetivo principal desta pesquisa, torna-se fundamental a construção de um modelo que reflita o embasamento teórico sobre o assunto, além das expectativas dos pesquisadores em esclarecer o problema citado, respeitando as limitações dos dados disponíveis para a execução do trabalho.

Assim, a partir do aporte teórico apresentado na seção 2, construiu-se o modelo empírico ilustrado na Figura 1 que apresenta o conjunto de variáveis da pesquisa.

**FIGURA 1**  
Modelo empírico de pesquisa



Fonte: Elaboração dos autores.

As variáveis que compõem o modelo de pesquisa foram construídas a partir das variáveis do questionário da Paep, cuja descrição, forma construtiva e relação com as variáveis utilizadas na Paep encontram-se no Quadro 1.

**QUADRO 1**  
 Descrição das variáveis da pesquisa

<b>Variáveis dependentes</b>			
<b>Nome e código</b>		<b>Descrição</b>	<b>Variáveis Paep</b>
Inovação em produtos	IPR	Inovação tecnológica em produtos ( 0 se não inovou, 1 se inovou).	EA036
Inovação em processos	IPC	Inovação tecnológica em processos ( 0 se não inovou, 1 se inovou).	EA037
<b>Variáveis independentes</b>			
<b>Nome e código</b>		<b>Descrição</b>	<b>Variáveis Paep</b>
Inv. financeiro em P&D	IPD	Porcentagem da receita total das atividades investida em pesquisa e desenvolvimento.	EY053 / EY004
Investimento de RH em P&D	RPD	Porcentagem do total de pessoal ocupado alocado em pesquisa e desenvolvimento.	EA071 / EH025
Laboratório de P&D	LPD	Presença de laboratório ou departamento específico de P&D na empresa (0 se não possui, 1 se possui).	EA075
Cooperação em P&D	CPD	Realização de cooperação em pesquisa e desenvolvimento (0 se não realizou, 1 se realizou).	EA060
Apoio governamental	APG	Obtenção de apoio governamental para a realização de atividades de inovação (0 se não obteve, 1 se obteve).	EA044
Fontes internas	FIT	Fontes de informação internas para as atividades de inovação tecnológica (0 se não atribuiu importância, 1 se atribuiu).	EA046, EA047, EA048
Fontes ligadas ao mercado	FLM	Fontes de informação ligadas ao mercado para as atividades de inovação (0 se não atribuiu importância, 1 se atribuiu).	EA049, EA050, EA051, EA052
Fontes acadêmicas	FIS	Fontes de informação acadêmicas para as atividades de inovação (0 se não atribuiu importância, 1 se atribuiu).	EA053, EA054
Outras fontes	FOF	Outras fontes de informação para as atividades de inovação tecnológica (0 se não atribuiu importância, 1 se atribuiu).	EA055, EA056, EA057
Tamanho da empresa	TAM	Total de pessoal ocupado na empresa (logaritmo do total de pessoal ocupado, assalariado ou não).	LOG (EH025)
Orientação exportadora	OEX	Orientação exportadora da empresa (0 se não exporta, 1 se exporta).	EY078
Origem do capital	ORC	Origem do capital controlador da empresa (0 se nacional, 1 se estrangeiro).	EP001
Média salarial	SLM	Média salarial paga pela empresa (total de salários pagos dividido pelo total de pessoal ocupado).	LOG (EY159/ EH025)
Idade da empresa	IDA	Idade da empresa (medida em anos).	EP010
Grupo	GRE	Define se a empresa pertence a um grupo empresarial (0 se não pertence, 1 se pertence).	EP009
RH ligado à produção	RHP	Percentual do total de pessoal ocupado ligado diretamente à produção.	EH027 / EH025
Bens ou serviços	PSE	Indica se a principal fonte de receita da empresa é a venda de bens ou de serviços industriais (0 se serviços, 1 se bens).	EY012

Fonte: Elaboração dos autores.

### 3.2. Técnica de pesquisa

A técnica de pesquisa empregada neste trabalho foi a regressão logística, que, segundo Greene (1990), é a técnica estatística adequada quando o objetivo do pesquisador está relacionado com a análise dos efeitos de variáveis dependentes, tanto métricas como não-métricas, sobre uma variável dependente não-métrica (também chamada de “*dummy*”) que assume apenas valores inteiros, ou seja:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \dots + \beta_nx_n + \varepsilon;$$

onde  $y$  é a variável independente (binária),  $x_1 \dots x_n$  são as variáveis dependentes,  $\varepsilon$  corresponde ao termo de erro e  $\beta_0 \dots \beta_n$  são os coeficientes de regressão associados às variáveis independentes, que podem ser interpretados como a contribuição de cada variável independente para explicar a variável dependente.

O uso da técnica se justifica, pois as variáveis dependentes deste trabalho são a inovação tecnológica em produtos e a inovação tecnológica em processos, que representam o fato de a empresa ter introduzido no mercado um produto ou um processo novo ou significativamente melhorado (novo para o mercado e não só para a empresa), caso em que a variável assume valor igual a 1 (se a empresa realizou inovação tecnológica) ou 0 (se a empresa não realizou inovação tecnológica). É importante observar que, embora apareçam muitos casos na literatura em que a variável de resposta seja binária, isto é, assumindo apenas dois valores, a técnica permite que esta assuma diversos valores, mas estes devem sempre pertencer ao conjunto dos números inteiros.

De acordo com Vasconcellos e Alves (1999), para melhor entender a questão de que a variável dependente pertence ao conjunto dos inteiros, devem ser considerados os modelos lineares de regressão como um caso particular de uma classe mais ampla, a dos modelos de regressão generalizados, que são formados por três componentes:

- linearidade: as relações entre as variáveis preditoras e as variáveis de resposta são lineares;
- $E[\varepsilon, X_i] = 0$ ,  $X$  não estocástico: o erro não é correlacionado com as variáveis preditoras;
- $E[\varepsilon] = 0$ , o valor esperado do resíduo é zero.

Os modelos de regressão generalizados são mais gerais do que os de regressão linear em dois aspectos: o primeiro relaciona-se ao termo aleatório, que, em vez de assumir uma função normal de distribuição (modelo linear), pode assumir diversas

funções de distribuição; e o segundo está relacionado com a função de ligação, que deve ser uma função adequada para garantir que o valor obtido pelo preditor linear seja capaz de produzir uma variável de resposta entre zero e um.

Segundo Maddala (1992), quando a função de ligação utilizada é a função logística, o modelo de regressão é chamado de Logit e. A função logística é dada pela fórmula:

$$\eta = \log \{ \mu / (1 - \mu) \} \quad (1)$$

De acordo com Greene (1990), o procedimento para se calcularem os coeficientes “ $\beta$ ” no modelo de regressão logística é diferente daquele utilizado nos modelos de regressão linear (método dos quadrados mínimos), sendo que neste caso a técnica empregada é maximizar (derivar e igualar a zero) a função de verossimilhança, que tem a forma:

$$\Lambda(\beta) = \sum_{i=1}^p \psi * \lambda \nu (\varepsilon \xi \pi(\xi_i, \beta) / 1 + \varepsilon \xi \pi(\xi_i, \beta)) + (1 - \psi) * \lambda \nu (1 / (1 + \varepsilon \xi \pi(\xi_i, \beta))) \quad (2)$$

Deste modo é possível obter os coeficientes das variáveis independentes, sejam estas métricas ou não-métricas, e construir o modelo de regressão para a variável de resposta binária (não-métrica), também chamada de variável de resposta qualitativa e limitada.

De acordo com Hair Jr. et al. (1998), outro aspecto importante que deve ser observado ao se utilizarem técnicas de regressão é a multicolinearidade. Os autores afirmam que a capacidade de uma variável independente explicar uma variável dependente está relacionada não somente com sua correlação com esta variável, mas também com sua correlação com as outras variáveis independentes.

Embora em muitos sistemas seja possível e até comum encontrar variáveis independentes que tenham correlação entre si e que o impacto que a multicolinearidade causa seja reduzir o poder explicativo de cada variável preditora isoladamente, não necessariamente o poder explicativo do modelo será comprometido; entretanto, é preciso levar em conta este fato ao escolher quais variáveis devam entrar no modelo e ater-se ao nível de correlação encontrado entre os pares de variáveis dependentes.

Maddala (1992) aponta como possíveis soluções para o problema da multicolinearidade a inclusão de outras variáveis, o aumento do tamanho de amostra e mesmo a re-especificação do modelo de pesquisa. Entretanto, Vasconcellos e Alves (1999) alertam que a existência do problema nem sempre causa grandes transtornos, podendo-se tolerar a presença de certo grau de multicolinearidade.

#### 4. Caracterização da inovação tecnológica na indústria paulista

Na Tabela 1 é apresentada a composição da amostra da Paep por setores (ou estratos), segundo a classificação CNAE de dois dígitos, bem como o percentual de empresas que inovaram em produtos e em processos nestes setores.

Cabe destacar, inicialmente, que os estratos da amostra correspondentes aos setores possuem tamanhos diferentes, sendo pequenos em alguns casos, o que levou a Fundação Seade a agrupá-los em estratos maiores para garantir significância estatística, caso da indústria extrativa, que contém os setores extração de carvão mineral, extração de minerais metálicos e extração de minerais não-metálicos, e do setor de outras indústrias, que inclui os segmentos de reciclagem, fabricação de produtos do fumo, fabricação de produtos de madeira, fabricação de móveis e indústrias diversas.

Quanto à distribuição setorial, os dados da Tabela 1 permitem observar que a amostra, com relação ao número de empresas, apresenta maior participação dos setores de produtos metálicos (11,98%), vestuário e acessórios (11,49%), outras indústrias (11,03%), alimentos e bebidas (9,92%) e máquinas e equipamentos (7,65%), enquanto os setores com menor participação nesta composição são refino de petróleo (0,19%), equipamentos de informática (0,30%), outros equipamentos de transporte (0,53%), equipamentos médicos (1,37%) e indústria extrativa (1,38%).

Quando se observam os dados referentes às empresas inovadoras em produtos, percebe-se uma baixa participação, correspondendo a um total de 8,01% da amostra. As maiores porcentagens de empresas inovadoras em produtos pertencem aos setores de equipamentos de informática, em que 60,94% das empresas introduziram novos produtos no período considerado pela pesquisa, eletrônicos e comunicações, com 28,60%, equipamentos médicos, com 26,96%, e máquinas e equipamentos, com 19,90% de inovação.

Da mesma forma, na análise setorial da inovação em processos, destacam-se os setores de equipamentos de informática, em que 46,09% das empresas introduziram processos novos ou melhorados, refino de petróleo, com 26,58%, equipamentos médicos, com 25,04%, e produtos químicos, com 23,52% de empresas com inovações em processos.

**TABELA 1**  
**Empresas inovadoras em produto e em processos, segundo setores da amostra**  
**Estado de São Paulo – 1999/2001**

Setores	Total de empresas (%)	Empresas inovadoras em produtos (%)	Empresas inovadoras em processos (%)
12. Indústria Extrativa	1,38	1,72	12,03
15. Alimentos e Bebidas	9,92	4,25	9,62
17. Produtos Têxteis	4,38	7,88	11,46
18. Vestuários e Acessórios	11,49	0,60	7,31
19. Artefatos de Couro	3,21	4,00	9,93
21. Celulose e Papel	2,15	4,53	7,85
22. Edição e Impressão	6,52	3,98	10,50
23. Refino de Petróleo	0,19	5,06	26,58
24. Produtos Químicos	4,70	19,27	23,52
25. Borracha e Plásticos	7,05	9,39	14,35
26. Minerais não-Metálicos	6,89	4,18	7,53
27. Metalurgia Básica	2,92	8,65	11,01
28. Produtos Metálicos	11,98	5,96	11,84
29. Máquinas e Equipamentos	7,25	19,90	15,73
30. Equipamentos de Informática	0,30	60,94	46,09
31. Material Elétrico	2,89	16,95	13,42
32. Eletrônicos e comunicações	1,06	28,60	18,02
33. Equipamentos Médicos	1,37	26,96	25,04
34. Veículos Automotores	2,79	8,80	14,01
35. Outros Equip. de Transporte	0,53	11,21	16,59
39. Outras Indústrias	11,03	6,67	7,10
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>8,01</b>	<b>11,52</b>

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa de Atividade Econômica Paulista – Paep.

Quanto ao tamanho da empresa, é possível observar pela Tabela 2 que a indústria paulista é composta, em sua maior parcela, por empresas de 5 a 29 pessoas ocupadas, correspondendo a 78,27% da amostra, seguidas por aquelas com 30 a 99 pessoas ocupadas (14,05% do total). Já as faixas de 100 a 499 e de 500 ou mais pessoas ocupadas englobam, respectivamente, 6,06% e 1,62% das empresas.

**TABELA 2**  
Distribuição das empresas, por faixa de pessoal ocupado  
Estado de São Paulo – 1999/2001

Empresas		Até 29 pessoas	30 a 99 pessoas	100 a 499 pessoas	500 pessoas ou mais	Total
Empresas inovadoras em produtos	N. abs.	1.967	763	485	149	3.364
	%	58,47	22,68	14,42	4,43	100,00
Empresas inovadoras em processos	N. abs.	2.767	1.079	225	772	4.843
	%	57,13	22,28	4,65	15,94	100,00
Total de empresas	N. abs.	32.891	5.904	682	2.546	42.023
	%	78,27	14,05	1,62	6,06	100,00

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa de Atividade Econômica Paulista – Paep.

Tanto para as empresas que inovaram em produtos como para as que inovaram em processos, embora esta ordem se mantenha, como era de se esperar pela distribuição de tamanho da amostra, é possível perceber que o percentual de empresas com até 29 pessoas ocupadas diminui enquanto os percentuais daquelas nas faixas de 30 a 99, 100 a 499 e 500 ou mais pessoas ocupadas aumentam acentuadamente, chegando a ser mais do que o dobro nas duas últimas se comparados com os percentuais encontrados para as empresas do total da amostra. Este efeito é esperado porque empresas maiores possuem mais recursos para investir em pesquisa e desenvolvimento ou engenharia não rotineira, o que aumenta a possibilidade de resultados em termos de inovação tecnológica, seja referente a produtos ou a processos.

Outros aspectos relevantes sobre a amostra estão presentes na Tabela 3, que mostra a composição em termos de orientação exportadora e origem do capital controlador do total de empresas e daquelas que introduziram inovações (produto ou processo).

Cabe destacar que a imensa maioria das empresas que compõem a amostra da Paep possui capital controlador de origem nacional e não são exportadoras. Entretanto, quando se comparam os dados das empresas inovadoras *vis-à-vis* às não inovadoras, é possível perceber que o percentual das que exportam é maior nas empresas que inovam do que naquelas que não inovam, correspondendo a 37,19% contra 29,54%, com relação à inovação em produtos, e 29,54% contra 11,40%,

apara inovação em processos. Da mesma forma, no que se refere à origem do capital controlador, o percentual de empresas com capital estrangeiro é superior nas inovadoras em comparação às não inovadoras: 8,12% contra 2,48%, quando se trata de inovação em produtos, e 4,37% contra 2,30%, para inovação em processos.

**TABELA 3**  
 Inovação tecnológica e relação com orientação exportadora  
 origem de capital controlador  
 Estado de São Paulo – 1999/2001

Empresas		Orientação exportadora		Capital controlador	
		Exporta	Não exporta	Nacional	Internacional ou misto
Inovação em produtos	Inova	37,19	56,82	87,23	8,12
	Não inova	12,22	83,27	93,69	2,48
Inovação em processos	Inova	29,54	66,29	92,37	4,37
	Não inova	11,40	83,93	93,73	2,30

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa de Atividade Econômica Paulista – Paep.

Os valores apresentados nas Tabelas 2 e 3 indicam haver certa influência do tamanho da empresa, da orientação exportadora e da origem do capital controlador na ocorrência de inovação tecnológica em produtos e processos, confirmando alguns resultados presentes na literatura, como os encontrados por Kannebley, Porto e Pazzelo (2003).

## 5. Análise de multicolinearidade

Quando se utiliza a regressão logística, um aspecto importante a ser observado é a possibilidade de existência de multicolinearidade, que, de acordo com Myers, Montgomery e Vining (2002), é um problema causado pela correlação entre variáveis independentes, o que pode levar à redução do poder explicativo do modelo de regressão ( $R^2$ ). Para identificar a correlação entre as variáveis, foi construída a Tabela 4.

**TABELA 4**  
Análise de correlações entre as variáveis independentes

	TAM	OEX	ORC	SLM	IDA	GRE	RHP	BSE	IPD	RPD	LPD	CPD	APG	FIT	FLM	FOF	FIS
TAM	1	0,41	0,39	0,15	0,12	0,17	0,23	-0,15	0,40	0,47	0,18	0,21	-0,15	0,39	0,44	-0,18	-0,43
OEX		1	0,44	0,36	0,12	0,48	0,15	0,25	0,37	-0,01	0,39	0,13	0,16	0,25	0,31	0,21	-0,25
ORC			1	0,39	0,44	0,52	0,42	0,43	-0,05	-0,39	0,22	0,36	0,16	0,03	0,21	-0,25	0,03
SLM				1	0,21	0,25	0,14	0,25	0,25	0,49	0,05	-0,04	-0,06	0,37	0,08	0,21	0,26
IDA					1	0,15	0,19	-0,05	-0,12	0,19	0,26	0,41	0,09	0,21	0,10	-0,04	-0,23
GRE						1	0,39	0,09	0,20	0,09	0,15	-0,25	0,13	-0,14	0,24	0,31	0,18
RHP							1	0,19	0,33	0,41	0,21	0,19	0,05	0,09	0,15	0,04	0,40
BSE								1	-0,14	-0,15	0,41	0,35	0,15	-0,11	0,26	0,35	0,08
IPD									1	0,51	0,21	0,35	0,02	0,07	0,09	-0,10	0,11
RPD										1	0,49	0,42	0,11	0,40	0,12	-0,05	0,09
LPD											1	0,41	0,36	0,14	0,16	-0,25	0,25
CPD												1	0,24	0,25	0,19	0,28	0,27
APG													1	0,11	0,02	0,14	-0,11
FIT														1	0,32	0,21	-0,28
FLM															1	0,31	-0,15
FOF																1	-0,32
FIS																	1

Fonte: Elaboração dos autores.

Como pode ser observado na Tabela 4, as correlações entre as variáveis independentes (que podem variar entre -1,0 e 1,0) possuem valores baixos, sendo que a correlação mais elevada deve-se à relação entre a orientação exportadora (OEX) e pertencer a um grupo empresarial (GRE), que apresenta valor 0,52. Outro aspecto a ser destacado é a correlação existente entre as variáveis investimento de recursos humanos em P&D e investimentos de recursos financeiros em P&D, com valor 0,51.

Ainda para verificar a presença de multicolinearidade, foi utilizado o indicador *Variance Inflation Factor* (VIF), sugerido por Garson (2008), que é calculado pela equação:

$$VIF = \frac{1}{1 - R^2} \quad (3)$$

Segundo Gujarati (2000), o valor limite do VIF para estabelecer se uma variável não é colinear é 4, sendo que, se este valor for superior a 10, a variável é altamente colinear. Nesta avaliação, nenhuma das variáveis obteve valor maior do que 4, não havendo assim indícios de problemas com multicolinearidade.

Portanto, a partir das duas medidas implementadas neste estudo, foi possível verificar que o nível de colinearidade entre as variáveis independentes não apresenta problemas significativos para a aplicação da regressão logística, cujos resultados serão apresentados na próxima seção.

## 6. Apresentação e discussão dos resultados

Para analisar os dados foi utilizado o *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 17, sendo que entre as técnicas de análise disponíveis foi escolhida a regressão logística na forma *backwards*, que gerou os resultados presentes nas Tabelas 5 e 6, destacando-se os efeitos marginais, que mostram a variação na probabilidade de inovação quando a variável sofre um incremento.

Ressalta-se que, para garantir a possibilidade de utilização da técnica, foi realizado o teste de Hosmer e Lemeshow (teste HL). Segundo Hosmer e Lemeshow (1989), para um adequado ajuste, deve-se ter pelo menos um valor superior a 0,5, sendo que neste trabalho o valor encontrado para o teste HL foi de 0,711, mostrando um bom ajuste para avaliar a propensão à inovação na indústria paulista

**Tabela 5**  
Fatores de influência na inovação em produtos

Variáveis explicativas	Modelo completo				Modelo reduzido				
	B	Wald	EXP(Bx')	Efeitos marginais	B	Wald	EXP (Bx')	Efeitos marginais	
Tamanho	-0,0532	0,1125	0,9366	-1,33%					
Orientação exportadora	0,4008	0,1672	1,493	1,493	0,3944	0,1416	1,4835	1,4835**	
Origem do capital controlador	0,0564	0,1114	1,058	5,80%					
Salário médio	0,0302	0,1273	1,1207	0,75%					
Idade da empresa	-0,0005	0,003	0,9918	-0,01%					
Grupo	-0,0426	0,1158	0,9583	-4,17%					
RH ligado à produção	-0,0445	0,2876	0,9565	-4,35%					
Bens ou serviços	0,0731	0,1546	1,0759	7,59%					
Investimentos financeiros em P&D	2,0216	8,3465	1,0014	50,54%	1,996	8,2264	1,0014	49,9%*	
RH em P&D	1,3085	0,3727	1,0263	32,71%	1,413	0,3198	1,0285	35,32%*	
Laboratório de P&D	0,4301	0,1097	1,5374	1,5374	0,429	0,0987	1,5357	1,5357**	
Cooperação em P&D	0,7626	0,1225	2,1439	2,1439	0,7633	0,1181	2,1454	2,1454*	
Apoio governamental	-0,2456	0,1474	0,7822	-21,78%					
Fontes internas	1,063	0,13	2,895	2,895	1,0519	0,1273	2,8632	2,8632**	
Fontes ligadas ao mercado	-0,6286	0,1441	0,5333	0,5333	-0,5902	0,1401	0,5542	0,5542*	
Fontes institucionais	0,1116	0,1003	1,118	11,80%					
Outras fontes	-0,2243	0,0984	0,7991	0,7991	-0,2128	0,0942	0,8083	0,8083*	
-2 Log Likelihood		7533,643		Inovação tecnológica em produtos		Predito		% correta	
Cox & Snell R <sup>2</sup>		0,593				0	1		
Nagelkerke R <sup>2</sup>		0,685		Observado		0	32012	768	97,65
* Significante a 5%						1	830	2021	70,87
** Significante a 1%				% total				95,51	

Fonte: Elaboração dos autores.

Nos resultados para a inovação em produtos (Tabela 5), verifica-se que oito variáveis são estatisticamente significativas para explicar o fenômeno estudado (seja com um nível de significância de 5% ou de 1%), representando os fatores de influência. Outro ponto a ser destacado é o poder explicativo, em que o indicador  $R^2$  de Nagelkerke (0,685) mostra que o modelo permite a explicação de 68,5% dos casos de inovação em produtos.

Desta forma, a primeira variável estatisticamente significativa é a orientação exportadora, cujos efeitos marginais mostram que empresas exportadoras possuem 1,4835 vez a probabilidade de inovação em produtos das empresas não exportadoras, o que pode ser explicado pelo fato de que empresas que atuam no mercado internacional encontram um ambiente comercial mais competitivo que provavelmente as estimula a realizar inovações tecnológicas.

Já a variável que representa os investimentos financeiros alocados em P&D, que é um dos indicadores de esforço inovador mais comumente utilizados, possui efeitos marginais que mostram que um incremento na variável aumenta a probabilidade de a empresa inovar em 40,90%, indicando que empresas que investem de forma mais robusta em P&D conseguem obter resultados significativamente mais expressivos, permitindo que a empresa realize desenvolvimentos com maior grau de ineditismo, o que se reflete em inovações para o mercado.

Os recursos humanos alocados em pesquisa e desenvolvimento possuem efeitos marginais que revelam que um incremento na variável causa um aumento de 32,71% na probabilidade de inovação em produtos para o mercado, reafirmando a tendência de que este tipo de inovação tecnológica demanda maiores investimentos em P&D para que possa acontecer.

A variável relativa à presença de laboratório ou departamento específico de P&D, que destaca a influência da infraestrutura física e organizacional na inovação tecnológica, apresenta efeitos marginais que indicam que as empresas com este tipo de infraestrutura possuem probabilidade igual a 1,5357 vez superior à probabilidade de inovação das empresas que não a possuem, o que pode ser explicado pelo fato de que este tipo de infraestrutura fornece à empresa melhores condições para realização de pesquisas com caráter inédito, o que, por sua vez, se converte em produtos inovadores, não só para a empresa, mas também para o mercado.

A cooperação em P&D indica que empresas que realizaram este tipo de cooperação têm probabilidade de inovar para o mercado igual a 2,1454 vezes a

probabilidade de inovar de empresas que não realizaram. Isto possivelmente se explica pela maior quantidade de recursos que podem ser investidos em pesquisa quando se atua em parceria com outra organização, pela ampliação da equipe de especialistas envolvida no projeto e pelo perfil técnico destes especialistas. Assim, por meio da cooperação, as empresas têm acesso à infraestrutura de laboratórios e de pessoal que não dispõem internamente para a realização dos seus projetos tecnológicos.

Quanto às fontes de informação para atividades inovativas, os resultados mostram que empresas que atribuíram importância às fontes de informação internas (departamento de P&D, *marketing* e outros) possuem 2,8632 vezes a probabilidade de inovação em produtos das empresas que não atribuíram importância ao conhecimento provindo destas fontes, possivelmente reforçando a importância do P&D interno para desenvolver produtos que sejam novos para o mercado, o que possivelmente reflete a valorização da capacitação em P&D da empresa.

No caso das fontes ligadas ao mercado, os efeitos marginais indicam que empresas que atribuíram importância ao conhecimento provindo destas fontes possuem probabilidade de inovação em produtos igual a 0,5333 vez a probabilidade de empresas que não atribuíram, impactando negativamente a probabilidade de inovação, o que revela possivelmente que o conhecimento provindo das fontes de mercado não é de grande utilidade no desenvolvimento e introdução no mercado de produtos que sejam completamente novos.

No caso da atribuição de importância às outras fontes de informação, seus efeitos marginais revelam que empresas que atribuíram importância a estes tipos de fontes têm probabilidade de inovação para o mercado igual a 0,8083 vez a probabilidade de inovar de empresas que não atribuíram, indicando que o conhecimento provindo de feiras e eventos, ou mesmo a aquisição de patentes e licenças não fornece subsídios para que a empresa consiga introduzir produtos que sejam novos para o mercado. Pode-se dizer que, uma vez que os produtos apresentados em feiras e eventos são de conhecimento do mercado, esta fonte não contribui para o desenvolvimento de projetos inéditos.

Já especificamente que tange à inovação em processos, a técnica utilizada obteve como resultado 11 fatores que podem ser considerados estatisticamente significativos para explicar a ocorrência do fenômeno na indústria paulista. Estes resultados estão ilustrados na Tabela 6.

**Tabela 6**  
Fatores de influência na inovação em processos

Variáveis explicativas	Modelo completo				Modelo reduzido				
	B	Wald	EXP(Bx')	Efeitos marginais	B	Wald	EXP (Bx')	Efeitos marginais	
Tamanho	0,0366	0,1909	1,0461	0,92%					
Orientação exportadora	0,2666	8,2764	1,3055	1,3055	0,2869	12,0550	1,3324	1,3324*	
Origem do capital controlador	0,1266	0,6739	1,1350	1,1350					
Salário médio	0,3651	15,6327	3,9720	5,87%	0,3639	16,7052	3,9533	5,86%**	
Idade da empresa	0,0066	8,7517	1,1206	0,16%	0,0065	9,2625	1,1191	0,16%**	
Grupo	0,1278	1,9868	0,8801	0,8801					
RH ligado à produção	1,9757	96,8077	7,2114	31,27%	2,0051	114,0608	7,4266	31,33%**	
Bens ou serviços	0,5131	29,9381	0,5986	0,5986					
Investimentos financeiros em P&D	4,3984	14,6348	1,0030	109,96%					
RH em P&D	0,1153	0,1332	0,9977	-2,88%					
Laboratório de P&D	0,7899	58,5534	2,2031	2,2031	0,7980	65,8548	2,2211	2,2211*	
Cooperação em P&D	0,4727	19,1247	1,6043	1,6043	0,4453	17,1934	1,5609	1,5609*	
Apoio governamental	2,2005	195,3537	9,0299	9,0299	2,1947	192,9968	8,9777	8,9777*	
Fontes internas	0,8215	93,0753	2,2739	2,2739	0,8168	96,8407	2,2632	2,2632**	
Fontes ligadas ao mercado	1,2237	1959,4030	3,3996	3,3996	1,2241	1966,0675	3,4012	3,4012*	
Fontes institucionais	0,2351	8,4100	1,2651	1,2651	0,2208	7,4931	1,2471	1,2471*	
Outras fontes	0,4159	26,8019	1,5158	1,5158	0,4166	27,1496	1,5168	1,5168*	
-2 Log Likelyhood		8508,068		Inovação tecnológica em processos		Predito		% correta	
Cox & Snell R <sup>2</sup>		0,520435				0	1		
Nagelkerke R <sup>2</sup>		0,689432		Observado		0	31434	835	97,41
* Significante a 5%						1	667	2695	80,16
** Significante a 1%				% total				95,78	

Fonte: Elaboração dos autores.

Novamente o primeiro ponto a ser destacado é o poder explicativo do modelo (representado pelo  $R^2$  de Nagelkerke), que, para o caso da inovação tecnológica em processos, permite a explicação de 68,94% dos casos, indicando novamente que o modelo foi corretamente especificado.

Entre as variáveis do modelo, a orientação exportadora apresenta efeitos marginais que mostram que a probabilidade de essas empresas inovarem é de 1,3324 vez a probabilidade das não exportadoras, o que pode refletir novamente a influência da competição no mercado externo, estimulando a empresa a desenvolver novos e melhores processos, possivelmente pela necessidade de custos menores e qualidade mais elevada de forma a aumentar sua competitividade.

No caso da média salarial, a variação marginal aumenta a probabilidade de ocorrência de inovação em 5,86%, o que acontece possivelmente pelo fato de empresas com média salarial mais alta serem mais capazes de atrair profissionais experientes e tecnicamente mais qualificados, refletindo no desenvolvimento de novos processos produtivos mais aprimorados.

A variável relativa à idade das empresas também é estatisticamente significativa e possui efeito marginal de 0,16%, mostrando que uma variação incremental na idade aumenta a probabilidade de inovar, o que provavelmente é causado pela experiência adquirida e acumulada pelas empresas na forma de conhecimentos tácito e explícito durante o curso de suas atividades.

Já o percentual de pessoas diretamente ligadas à produção, embora não influencie a inovação em produtos, como era de se esperar, influencia diretamente a inovação em processos, sendo que uma variação incremental neste percentual eleva a probabilidade de ocorrer o fenômeno em 31,33%. Estes números podem refletir duas coisas: a primeira é o fato de que empresas cuja área produtiva demanda grande parte de seus recursos humanos são estimuladas a desenvolver novos e melhores processos produtivos; e a segunda é que a experiência adquirida pelas pessoas alocadas em áreas técnicas e que trabalham diretamente com os processos produtivos influencia positivamente a inovação tecnológica em processos.

Entre as variáveis relacionadas a P&D, destaca-se novamente a presença de laboratório ou departamento específico de P&D, em que empresas com este tipo de infraestrutura têm probabilidade de inovação em processos igual a 2,2211 vezes a probabilidade de inovação daquelas que não possuem, o que mostra que as tecnologias e o conhecimento produzidos nestes locais estimulam a introdução de novos e melhores processos.

Também a cooperação em P&D impacta a probabilidade de inovar em processos positivamente, pois seus efeitos marginais mostram que a probabilidade de o fenômeno ocorrer em empresas que cooperam em P&D é de 1,5609 vez a daquelas que não cooperam, o que possivelmente é explicado pelo fato de que o conhecimento desenvolvido conjuntamente e a experiência compartilhada com concorrentes, fornecedores, clientes e institutos de pesquisa (ou universidades) estimulam a inovação em processos.

Empresas que receberam apoio governamental (na forma de investimento financeiro ou subsídios) para atividades inovativas apresentam probabilidade de inovação em processos igual a 8,9777 vezes a probabilidade das empresas que não obtiveram, o que pode refletir o fato de que o incentivo recebido do governo permite à empresa adquirir equipamentos ou “*know-how*” que podem ser aplicados em novos processos.

Quanto à atribuição de importância às fontes de informação para atividades inovativas, as empresas que atribuíram importância às fontes internas (principalmente P&D) possuem 2,2632 vezes a probabilidade de inovar em processos do que as demais, mostrando que o conhecimento gerado internamente é um diferencial para a inovação em processos.

Já no caso das fontes ligadas ao mercado, a probabilidade de inovar em processos das empresas que valorizaram este tipo de fonte foi de 3,4012 vezes a daquelas que não atribuíram valor, o que pode ser explicado pelo fato de que o conhecimento provindo de concorrentes, clientes e empresas de consultoria pode servir de parâmetro de como são os processos produtivos fora das fronteiras da empresa, propiciando o desenvolvimento e a criação de novos e melhorados processos.

As fontes de informação institucionais, ou seja, centros de pesquisa e universidades, apresentam efeitos marginais que mostram que empresas que atribuíram importância a estas fontes possuem 1,2471 vez a probabilidade de inovar em processos das empresas que não atribuíram, o que indica que o conhecimento e a tecnologia gerados nestes locais, embora muitas vezes criticados pela sua suposta distância e falta de aplicabilidade prática, podem ser diferenciais para a criação e o desenvolvimento de novos processos.

Fechando este conjunto de variáveis, a atribuição de importância ao conhecimento provindo de outras fontes (como aquisição de patentes, licenças, feiras e exposições) mostra que a probabilidade de inovar das empresas que atribuíram importância a este tipo de fonte é de 1,5168 vez a daquelas que não atribuíram, o que reflete o fato de que a preocupação da empresa em se alinhar com as tecno-

logias desenvolvidas pelo mercado é recompensada com um impacto positivo na probabilidade de inovar em processos.

Para finalizar a análise, como forma de sintetizar os resultados encontrados por este trabalho e ajudar na sua compreensão, são apresentados, no Quadro 2, os fatores de influência na probabilidade de ocorrência de inovação tecnológica em produtos e em processos na indústria paulista, em ordem decrescente de importância.

**Quadro 2**  
Fatores de influência na propensão de as empresas inovarem em produtos e em processos

Fatores de influência na inovação em produtos	Fatores de influência na inovação em processos
1. Atribuição de importância para fontes de informação internas	1. Apoio governamental para atividades de inovação
2. Cooperação em P&D	2. Atribuição de importância para fontes de informação ligadas ao mercado
3. Presença de laboratório ou departamento específico de P&D	3. Atribuição de importância para fontes de informação internas
4. Investimento financeiro em P&D	4. Presença de laboratório ou departamento específico de P&D
5. Orientação exportadora	5. Idade da empresa
6. Atribuição de importância para fontes de informação ligadas ao mercado	6. Cooperação em P&D
7. Investimento de recursos humanos em P&D	7. Atribuição de importância para outras fontes de informação
8. Atribuição de importância para outras fontes de informação	9. Orientação exportadora
	10. Percentual de recursos humanos ligados diretamente à produção
	11. Atribuição de importância para fontes de informação institucionais
	12. Salário médio

Fonte: Elaboração dos autores.

A partir do exposto no Quadro 2, é possível perceber que alguns fatores influenciam a propensão a inovar tanto em produtos quanto em processos. Entre estes fatores está a atribuição de importância às fontes de informação internas e ligadas ao mercado, a cooperação em P&D, a orientação exportadora e a presença de laboratório ou departamento específico para P&D.

Além disso, ao se observarem os fatores considerados significativos para explicar a propensão aos dois tipos de inovação, percebe-se que os resultados obtidos corroboram alguns estudos destacados na seção 2. Entre estes estão as fontes de informação para inovação citadas por Quadros et al. (2004) e Frishamar e Hörte (2005), a cooperação em P&D, apontada por Hagedorn (2002), a presença de laboratório ou departamento de P&D e os recursos investidos nesta área, que são

fatores citados por Certa et al. (2004) e Milson e Wilemon (2006), o apoio governamental, destacado nos trabalhos de Sharp e Pavitt (1993), Fonseca (2001) e Freitas e Tunzelmann (2008), a idade e orientação exportadora, citadas por Shefer e Fenkel (2005), além do salário médio e do percentual de recursos humanos ligados diretamente à produção, duas variáveis consideradas associadas ao tamanho da empresa, que é um fator destacado por Kannebley, Porto e Pazzelo (2005) como uma característica de empresas inovadoras.

Entretanto, alguns fatores apontados como relevantes pelos autores não foram identificados como significativos nesta pesquisa, como a origem do capital controlador, fazer parte de grupo empresarial e vender bens ou serviços industriais.

## **6. Considerações finais e limitações do estudo**

O presente artigo buscou realizar uma análise dos principais fatores que influenciam a inovação tecnológica em produtos e processos na indústria paulista. Para isto, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema da pesquisa, em que foram selecionados trabalhos de caráter teórico e outros de base empírica, que contribuíram para a criação de um modelo conceitual dos fatores que buscavam explicar o fenômeno estudado.

Para a realização do estudo foram utilizados dados originados da Pesquisa de Atividade Econômica Paulista (Paep), realizada pela fundação Seade em 2001 com relação ao período de 1999 a 2001, que são estatisticamente significativos para a indústria do Estado de São Paulo, ou seja, permitem a realização de inferência para a indústria paulista.

A partir dos resultados, percebe-se que o modelo possui alto poder explicativo para a inovação tecnológica em produtos e em processos, permitindo a explicação de 68,5% e 68,9% dos casos de ocorrência, respectivamente, o que indica a correta especificação das variáveis e permite a conclusão de que o modelo é adequado para explicar o fenômeno.

Com relação à inovação em produtos, pode-se concluir que as oito variáveis que apresentaram significância estatística consistem de fatores que influenciam a propensão a inovar, sendo em ordem decrescente de impacto na probabilidade deste tipo de inovação: a atribuição de importância a fontes de informação internas (departamento de P&D, *marketing*, produção e outros); realização de cooperação em pesquisa e desenvolvimento; presença de laboratório de P&D; orientação exportadora; atribuição de importância a fontes de informação ligadas ao mercado (concorrentes,

aquisição de tecnologia, consumidores, empresas de consultoria, etc.); investimento de recursos humanos em atividades de P&D; e atribuição de importância a fontes de informação ligadas ao mercado (conferências, reuniões e jornais profissionais, feiras e mostras, etc.).

Já com relação à inovação em processos, conclui-se que os fatores de influência, novamente apresentados em ordem decrescente de impacto na sua probabilidade de ocorrência, são: apoio governamental para atividades de inovação (financiamentos e subsídios); atribuição de importância para fontes ligadas ao mercado; atribuição de importância a fontes internas; presença de laboratório ou departamento específico de P&D; idade da empresa; realização de cooperação em P&D; atribuição de importância a outras fontes de informação; orientação exportadora; percentual de recursos humanos alocados em atividades diretamente ligadas à produção; atribuição de fontes de informação institucionais (universidades e institutos de pesquisa); e salário médio pago na empresa.

Os resultados encontrados são de grande relevância no âmbito acadêmico, da gestão empresarial e da gestão pública, revelando fatores que podem ser incentivados para aumentar a propensão a inovar da indústria paulista. Cabe destacar, entre os fatores ligados à P&D, as fontes de informação para atividades de inovação e a orientação exportadora, por impactarem os resultados referentes à inovação tanto em produtos quanto em processos (o que demonstra a sua importância), bem como o apoio governamental para inovação por representar o maior poder de influência na ocorrência do fenômeno.

Estes resultados mostram, em primeiro lugar, a importância da função P&D para a ocorrência de inovações na indústria, refletindo que o esforço realizado no Estado, seja na esfera pública ou na privada (em termos de recursos financeiros, humanos ou infraestrutura), impacta positivamente a ocorrência de inovações em produtos e processos.

Da mesma forma, incentivos criados para que as empresas passem a exportar podem influenciar indiretamente o fenômeno aqui estudado, uma vez que a empresa, estimulada a buscar o mercado externo, onde a concorrência e o nível de exigência são maiores, tende a realizar inovações para aumentar sua competitividade.

Já as fontes de informação para atividades inovativas constituem (nas quatro divisões aqui apresentadas) fatores de grande importância para a introdução de novos produtos e novos processos, sugerindo que, para haver inovação, é crucial que a empresa busque novos conhecimentos provindos destas origens.

Desta forma, ao contribuir com o entendimento dos fatores que influenciam a inovação, espera-se que este estudo venha a contribuir para a elaboração de estratégias tecnológicas por parte das empresas industriais, para a elaboração de políticas públicas e para a realização de novos estudos sobre este tema que é tão pertinente para a competitividade da indústria.

Como principal limitação deste estudo, destaca-se o fato de que o modelo reflete apenas os fatores entendidos como principais influências do fenômeno estudado, porém, devido à sua complexidade, outros fatores não incluídos podem ser significativos para explicar a inovação tecnológica na indústria paulista.

Por isso, sugere-se, finalmente, a elaboração de estudos que explorem outros bancos de dados, como aquele resultante da Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec) do IBGE, ou em nível internacional os dados fornecidos pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em sua publicação *Main science and technology indicators*, seja para efeito de comparação com os resultados encontrados por este artigo, seja para a exploração de fatores que não tenham sido aqui abordados.

## Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, E. M. Sistemas nacionais de inovação e direitos de propriedade industrial: notas introdutórias a um debate necessário. *Estudos Econômicos*, v. 26, n. 2, p. 171-200, maio-agosto 1996.

ANDREASSI, T. Estudo das relações entre indicadores de P&D e indicadores de resultado empresarial em empresas brasileiras. Tese (Doutorado). São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 1999.

ARCHIBUGI, A.; HOWELLS J.; MICHIE J. Innovation systems in a global economy. *Technology Analysis & Strategic Management*, v. 11, n. 4, p. 527-539, 1999.

CARAYANNIS, E. G.; ROY, R. I. S. Davids vs Goliaths in the small satellite industry: the role of technological innovation dynamics in firm competitiveness. *Thecnovation*, v. 20, n. 6, p. 287-297, 2000.

CASTELLACCI, F. *How does innovation differ across sectors in Europe?* Evidence from the CIS-SIEPI database. Centre for Technology, Innovation and Culture University of Oslo, 2004 (Working paper 04/04).

CERTA, A.; ENEA, M., GALANTE, G.; LA FATA, M. C. *International Journal of Production Research*, v. 47, n. 13, p. 3503-3523, 2009.

- CHESBROUGH, H.W. The market for innovation: implications for corporate strategy. *California Management Review*, Vol. 49, n.3, p. 45–66.
- CHESBROUGH, H.W.; VAHNAVERBEKE, W.; WEST, J. *Open innovation: researching a new paradigm*. Oxford: Oxford University Press, 2006.
- DOSI, G. Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, v. 26, n. 3, p. 1120-1171, 1988.
- FAPESP. *Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo 2004*. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/indicadores/>>. Acesso em: 12 jul. 2011.
- FONSECA, M. D. R. Rules and patterns of behaviour in the context of emergence. Druids - Nelson and Winter Conference, 2001. Disponível em: <[www.druid.dk/conferences](http://www.druid.dk/conferences)>. Acesso em: 21 set. 2011.
- FRANCIS, D.; BESSANT, J. Targeting innovation and implications for capability development. *Technovation, Thecnovation*, v. 25, n. 3, p. 171-183, 2000.
- FRANKO, L. G. Global corporate competition: who's winning, who's losing and the R&D factor as one reason why. *Strategic Management Journal*, v. 10, n. 5, p. 449-474, 1991.
- FREEMAN, C. The “National System of Innovation” in historical perspective. *Journal of Economics*, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.
- FREITAS, I. M.; TUNZELMAN, N. V. Mapping public support for innovation in a three-dimensional space. *Research Policy*, v. 37, n. 1, p. 1446-1464, 2008.
- FRISHAMMAR, J.; HÖERTE, S. A. Managing external information in manufacturing firms: the impact on innovation performance. *The Journal of Product Innovation Management*, v. 22, n. 3, p. 251-266, 2005.
- GREENE, W. H. *Econometric analysis*. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1993.
- HAGEDOORN, J. Measuring innovative performance: is there an advantage in using multiple indicators? *Research Policy*, 2002.
- HAIR JR., J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. *Multivariate Data Analysis: with readings*. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PinteC 2008*. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/)>. Acesso em: 15 set. 2011.
- KANNEBLEY JR., S.; PORTO, G. S.; PAZELLO, E. T. Characteristics of Brazilian innovative firms: an empirical analysis based on PINTEC – industrial research on technological innovation. *Research Policy*, v. 34, n. 6, p. 872-893, 2005.

KARLSSON, M.; TRYGG, L.; ELFSTRÖM, B. Measuring R&D productivity: complementing the picture by focusing on research activities. *Technovation*, v. 32, n. 8, p. 1365-1379, 2003.

KLINE, S.; ROSEMBERG, N. *An overview of innovation*. The positive sum strategy. Washington: National Academy Press, 1986.

KRUNGLIANSKAS, I. *Tornando a pequena e média empresa competitiva: como inovar e sobreviver em mercados globalizados*. São Paulo: Ed. Iege, 1996.

LUNDEVALL, B. *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter Publishers, 1992.

MADDALA, G. S. *Introduction to econometrics*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1992.

MAHMOOD, P. I.; LEE, C. Y. Business groups: entry barrier-innovation debate revisited. *Journal of Economic Behavior & Organization*, v. 54, n. 1, p. 513-531, 2004.

MALHOTRA, N. K. *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

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

MATESCO, V. R. *Inovação tecnológica nas empresas brasileiras: a diferenciação competitiva e a motivação para inovar*. Tese (Doutorado). Rio de Janeiro, Instituto de Economia Industrial da Faculdade Federal do Rio de Janeiro, 1993.

NELSON, R. R. *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford: Oxford Univ. Press., 1993.

VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. (Orgs.). *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil*. Campinas: Editora Unicamp, 2001.

OCDE. *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data: Oslo Manual*. Paris, 2005. Disponível em: <<http://www.oecd.org>>. Acesso em: 14 mar. 2007.

PATEL, P.; PAVITT, K. National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 3, n.1, p. 77-95, 1994.

QUADROS, R.; FURTADO, A.; BERNARDES, R.; FRANCO, E. Technological innovation in Brazilian industry: an assessment based on the São Paulo innovation survey. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 67, n. 2, p. 203-219, 2001.

SCHUMPETER, J. A. *The theory of economic development*. New York: Oxford University Press, 1961.

SANTARELLI, E.; STERLACCHINI, A. Innovation, formal vs. informal R&D, and firm size: some evidence from Italian manufacturing firms. *Small Business Economics*, v. 2, n. 3, p. 223-228, 2004.

SHARP, M.; PAVITT, K. Technology policy in the 1990s: old trends and new realities. *Journal of Common Market Studies*, v. 31, n. 2, p. 129-151, 1993.

SHEFER, D.; FRENKEL, A. R&D, firm size and innovation: an empirical analysis. *Technovation*, v. 25, n. 1, p. 25-32, January 2005.

ENDEREÇOS PARA CORRESPONDÊNCIA:

*Antônio Carlos Pacagnella Júnior* – acpj1@gmail.com  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Metodista de Piracicaba  
Rodovia Luis Ometto Km 24 (SP 306)  
13451-900 – Santa Bárbara d'Oeste/ SP

*Geciane Silveira Porto* – geciane@usp.br  
Faculdade de Economia Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto – FEARP/USP  
Av. dos Bandeirantes, 3900, Sala 58 - Bloco A  
14040-900 – Ribeirão Preto/ SP

