

# Processos de Aprendizagem e Cooperação: Uma Análise Exploratória da Influência sobre o Desempenho Inovativo

**Fabio Stallivieri**

*Professor do Departamento de Economia da  
Universidade Federal Fluminense (UFF), Brasil*

**Gustavo José de Guimarães e Souza**

*Doutorando em Economia pela Universidade de Brasília (UnB) e Assessor do  
Banco do Brasil (BB), Brasil*

---

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo identificar a influência dos processos de aprendizagem e cooperação no desempenho inovativo de empresas inseridas em 30 aglomerações produtivas atuando nas mais diversas atividades econômicas. Para tanto, utilizaram-se os dados referentes a um conjunto de 1.206 empresas localizadas nas diversas regiões do país. Com base nos dados coletados, estipulou-se um conjunto de indicadores referentes à aprendizagem, cooperação, esforço e desempenho inovativo. A partir referencial teórico, estimaram-se dois modelos econométricos *probit ordenado*, procurando identificar as especificidades que influenciam cada tipo de inovação captada no trabalho – inovações em produtos e inovações em processos. Nos modelos especificados, utilizou-se como variável dependente os tipos de inovações implementadas, enquanto as variáveis independentes referem-se às várias dimensões das relações interativas. Os resultados apontaram que os esforços inovativos são os que mais aumentam a probabilidade das empresas inovarem em todas as dimensões, porém destaca-se que as relações de aprendizagem com agentes produtivos também influenciaram positivamente a probabilidade das empresas inovarem em produtos.

*Palavras-chave:* Processos de Aprendizagem e Cooperação, Desempenho Inovativo, Empresas Inseridas em Aglomerações

*Classificação JEL:* L65, O32

---

## Abstract

This work aims to identify the influence of learning processes and cooperation in the innovative performance of companies incorporated in 30 productive clusters working in a wide range of economic activities. For such, we used data for a range of 1,206 companies located in various regions of the country. Based on these data,

we constructed a set of indicators related to the processes of learning, cooperation, innovative effort and innovative performance. Based on the hypotheses derived from the theoretical referential two orderly probit econometrical models have been constructed, trying to identify the specificities that influence each type of innovation analyzed in this study – innovations in products and processes. In the models, we used as dependent variables the types of innovations implemented and as independent variables the many dimensions of interactive relations. The results suggest that the innovative efforts are those that exert most influence on the probability of the companies to innovate in all cases. However, the results also showed that learning relation is also relevant, influencing positively the probability to innovate in products.

---

## 1. Introdução

Diversos autores apontam para uma transição da economia mundial, cuja dinâmica estaria crescentemente relacionada à produção e uso do conhecimento (Freeman 1998; Lundvall 1992). Tais transformações têm sido associadas a terminologias tais como a “economia do conhecimento” ou a “era da informação”. A emergência deste novo paradigma técnico-econômico está diretamente relacionada à introdução e difusão de tecnologias da informação e comunicação – TICs (Freeman 1998). Neste contexto, a capacidade de construir novas competências através de mecanismos de aprendizado interativo torna-se fundamental para a obtenção de vantagens competitivas (Campos et alii 2003).

O objetivo deste estudo é avaliar a influência dos processos interativos relacionados à aprendizagem e a cooperação no desempenho inovativo de empresas que estão inseridas em 30 aglomerações produtivas atuando nas mais diversas atividades econômicas, utilizando para isso informações obtidas em pesquisas de campo junto a 1.206 empresas.<sup>1</sup> Este esforço insere-se num campo de pesquisa no qual avanços consideráveis têm sido obtidos nos últimos anos. Dentre estes, destacam-se os trabalhos desenvolvidos por De Negri e Salerno (2005), Gonçalves et alii (2005), Araújo (2004), entre outros, nos quais, a partir de amostras extraídas da PINTEC-IBGE, procura-se entender os determinantes da inovação nas firmas industriais brasileiras. De forma geral, estes trabalhos utilizam indicadores quantitativos de esforço e desempenho inovativo, como, por exemplo, os gastos com P&D, o pessoal ocupado nestas atividades, o ritmo de introdução de inovações no mercado, etc. A especificidade do presente estudo consiste em empregar na análise dados agrupados na forma de indicadores, que vão além daqueles usualmente empregados em estudos que buscam identificar os determinantes do desempenho inovativo das empresas.

---

\* Recebido em maio de 2009, aprovado em janeiro de 2010. Os autores agradecem as sugestões dadas pelos pareceristas da Revista *EconomiA* (ANPEC) para o aprimoramento do artigo.  
*E-mail addresses:* [suquinet@powerline.com.br](mailto:suquinet@powerline.com.br) and [gustavojgs@gmail.com](mailto:gustavojgs@gmail.com)

<sup>1</sup> As pesquisas de campo foram realizadas com metodologia e questionário comum no âmbito de dois projetos de pesquisa sobre aglomerações produtivas: Projeto de Expansão da RedeSist (2004) e Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais (2004).

Em particular, estes indicadores procuram correlacionar este desempenho à intensidade das interações entre agentes em diferentes setores. Este esforço segue o princípio que a inovação não é um ato e sim um processo. Neste sentido, destacam-se os esforços desenvolvidos por Giuliani e Bell (2005) no qual os autores procuram sugerir um conjunto de indicadores que captam os processos de aprendizagem no cluster vinícola do Chile, e do Grupo de Albert que vem desenvolvendo o Projeto DISKO cujo objetivo consiste em implementar uma metodologia de coleta de dados e um conjunto de indicadores sistêmicos de inovação para a Dinamarca.

O texto se encontra estruturado da seguinte maneira. No próximo item é apresentado o referencial teórico que norteia a análise. A terceira seção apresenta os procedimentos metodológicos utilizados na investigação. A quarta seção traz uma caracterização da amostra de empresas que integra o estudo. Na quinta seção apresentam-se os resultados obtidos com a análise fatorial. A sexta seção procura identificar os determinantes da introdução de inovações, com base em dois modelos *probit ordenado*. Por fim, seguem-se as considerações finais.

## 2. Referencial Analítico e Derivação das Hipóteses

Nas últimas décadas, consolidou-se a percepção de que a inovação raramente constitui um evento isolado, sendo, via de regra, o resultado de um processo associado a múltiplas fontes de conhecimento, o qual se baseia em complexas interações entre agentes. Neste contexto, os processos de busca por inovações e as decisões técnicas das firmas são condicionadas por sua trajetória específica de acumulação de conhecimento (Nelson e Winter 2002). A capacidade de absorver novo conhecimento apresenta um caráter cumulativo e o estoque de conhecimento acumulado direciona e delimita o espectro possível de acumulação de novos conhecimentos (Cohen e Levinthal 1990).

A importância do estoque de conhecimento como fator de aceleração de processos inovativos refere-se tanto a inovações de produto como a inovações de processo. A inovação no produto é mais visível e atrai maior atenção da literatura sobre inovação, estando associada a mudanças nas propriedades físico-químicas de determinado produto, que lhe permite desempenhar uma determinada função de forma mais eficaz ou passar a desempenhar outras funções distintas daquelas que desempenhava originariamente. Já a inovação de processo envolve aperfeiçoamentos na forma de fabricação do produto que possibilitam reduzir os custos e/ou o tempo de fabricação, aumentam a eficiência na utilização de recursos e a rapidez de colocação do produto no mercado, além de proporcionarem uma maior flexibilidade para introduzir alterações. Contudo, esta diferenciação entre inovações de produto e processo é de natureza mais operacional, pois os dois tipos muitas vezes estão fortemente articulados, com a introdução de uma determinada inovação no produto

podendo requerer o desenvolvimento de tecnologias de produção e operações bastante complexas e dispendiosas.

A importância do conhecimento para viabilização de processos inovativos pode também ser relacionada ao conceito de “regime tecnológico”, introduzido por Nelson e Winter (1982) enquanto instrumento analítico capaz de caracterizar o ambiente tecnológico no qual as firmas operam.<sup>2</sup> Neste sentido, quanto mais “complexa” for esta base, mais necessário será o desenvolvimento de mecanismos específicos que permitam integrar os vários fragmentos do conhecimento gerados internamente e externamente à firma, reforçando-se a importância de articulações com outros agentes, bem como de mecanismos de transferência que facilitem aquela integração (Malerba e Orsenigo 1997). A consolidação de articulações externas permite uma melhor “formatação” dos conhecimentos às exigências do processo inovativo, gerando efeitos do tipo “*spill over*” que incrementam o potencial inovativo dos agentes. Esta complexidade está também associada a particularidades do ambiente sócio-cognitivo a partir do qual estas inovações são geradas. Quanto a este aspecto, cabe ressaltar que muitas inovações apresentam um caráter eminentemente “sistêmico”, envolvendo a integração de conhecimentos provenientes de diferentes disciplinas científicas e/ou áreas tecnológicas, conforme ressaltado nas análises de Imai e Baba (1989) e Rothwell (1992). Na medida em que as “inovações sistêmicas” requerem a integração de conhecimentos distintos e heterogêneos, as firmas geralmente se defrontam com desequilíbrios e estrangulamentos tecnológicos. Quando o número de campos técnico-científicos relevantes se eleva e novos requisitos em termos de competências críticas aparecem, as firmas podem se defrontar com um problema de “estrangulamento de capacitações” (*capability squeeze*) (Imai e Baba 1989), que reforça a importância da cooperação tecnológica com outros agentes.

Considerando, estas contribuições, percebe-se que o acesso ao conhecimento constitui um elemento central para a competitividade dos agentes produtivos. Assume-se, portanto, que as firmas são organizações que adotam ações explicitamente orientadas à geração, absorção e difusão de novos conhecimentos. O aprendizado se caracteriza justamente como o processo através do qual é possível gerar e incorporar novos conhecimentos, aperfeiçoar procedimentos de busca e refinar habilidades em desenvolver, produzir e comercializar bens e serviços (Lundvall 1992). Desse modo, a firma é

---

<sup>2</sup> Em particular, os “regimes tecnológicos” são caracterizados em função de determinados elementos:

- (i) condições de oportunidade que revelam as possibilidades concretas de introdução de uma inovação em determinado ambiente;
- (ii) condições de apropriabilidade, relacionadas à possibilidade de proteger-se a inovação gerada contra esforços imitativos;
- (iii) condições de cumulatividade, relacionadas à interdependência temporal dos esforços tecnológicos;
- (iv) características da base de conhecimentos.

reconceitualizada como uma organização voltada ao aprendizado, enraizada num contexto institucional mais amplo Lundvall e Johnson (1992). A literatura evolucionária enfatiza que o processo de aprendizado pode ser interno e externo à firma. De uma maneira geral, o aprendizado interno articula-se às funções principais da empresa (P&D, produção, marketing, e organização). Este aprendizado pode decorrer das práticas corriqueiras internas à empresa, como o esforço de produzir (*learning-by-doing*) e o uso de máquinas e equipamentos (*learning-by-using*). Pode também ser resultante de esforços sistematizados de busca, relacionados ao aprimoramento e a criação de novos produtos e processos produtivos (*learning-by-searching*).

Entretanto, o custo crescente no desenvolvimento de novas tecnologias, a multidisciplinaridade de novos conhecimentos e a natureza sistêmica e complexa de novos produtos e processos sugerem que o aprendizado interno deve se articular a um aprendizado externo à firma. Os processos externos não podem substituir o interno, mas sim aumentar a sua velocidade e/ou modificar sua direção e dimensões relevantes. No âmbito externo à firma, destaca-se a importância dos processos de aprendizado por interação (*learning-by-interacting*) com diversos agentes econômicos e não-econômicos. Particularmente em setores intensivos em conhecimento, a viabilização do processo inovativo requer uma interação direta e sistemática entre agentes transmissores e receptores de informações, através da qual suas capacitações podem ser calibradas, adaptadas e incrementadas mutuamente. Lundvall (1988) sintetiza este tipo de visão ao ressaltar que, em ambientes de rápido progresso técnico, o desenvolvimento, introdução e difusão de inovações costumam assumir a forma de um processo “interativo” de aprendizado, baseando-se num intercâmbio contínuo de informações entre produtores e usuários de inovações, que possibilita uma integração das competências desses agentes, gerando novas tecnologias que atendam suas necessidades, reforçando a capacidade de geração de novo avanços.

Dado que as capacitações tecnológicas e organizacionais dificilmente são passíveis de serem codificadas, a transmissão de conhecimentos é potencializada pela consolidação de práticas cooperativas entre os agentes (Cassiolato et alii 2005). Ao mesmo tempo em que a cooperação é um instrumento eficaz de processamento de informações, ela constitui uma alternativa importante para viabilizar a aglutinação de competências complementares, aumentando a eficiência produtiva e o potencial inovativo dos arranjos interindustriais. Ao longo do tempo, a continuidade da cooperação facilita a comunicação entre os agentes, permitindo simultaneamente a integração das competências dos agentes, a consolidação de princípios de “confiança mútua” e a maior sincronização das ações e estratégias adotadas. No entanto, a análise dos impactos da intensificação de práticas cooperativas não é consensual na literatura econômica. Algumas análises privilegiam a identificação de sistemas de incentivos que estimulam os agentes a cooperar, enquanto outras ressaltam a importância do contexto institucional subjacente que induz à consolidação

de práticas cooperativas.

A proximidade entre os agentes em termos de seu contexto social, cultural e institucional se revela um elemento potencializador de práticas cooperativas, que reforçam os processos de aprendizado por interação (Johnson e Lundvall 1994). A relevância atribuída a fatores não-econômicos e à estruturação de regras e práticas socialmente definidas que condicionam as interações entre os agentes aponta para a importância dos estímulos à cooperação e ao aprendizado provenientes das condições institucionais locais. As diferentes abordagens empregadas no estudo do caráter local da inovação<sup>3</sup> têm contribuído para afirmar, que, a partir da proximidade territorial, manifestam-se importantes economias de aglomeração, associadas a vantagens oriundas da proximidade geográfica dos atores, como o acesso a conhecimentos e capacitações, mão-de-obra especializada, matérias-primas e equipamentos, etc. (Britto 2003). A inserção de empresas em aglomerações possibilita a interação direta entre agentes que compartilham códigos comuns de comunicação, convenções e normas que reforçam a confiança, caracterizando um ambiente propício para a geração, compartilhamento e socialização de conhecimentos, por parte de empresas, organizações e indivíduos (Campos et alii 2003).

A importância crescente atribuída à consolidação de práticas cooperativas e aos processos de aprendizado por interação está vinculada à visão sistêmica do processo de inovação. No entanto, não obstante essa percepção acerca da importância crescente que assumem as práticas interativas, a cooperação e o aprendizado localizado, verifica-se que existem ainda lacunas consideráveis na análise tanto das formas de mensuração destes processos, como do seu impacto efetivo sobre o desempenho inovativo de empresas. Como desdobramento dessa perspectiva, foi elaborado pela OECD o Manual de Oslo, explicitamente baseado no modelo de inovação de Kline e Rosenberg (1986) e que serve até hoje como referência para uma série de tentativas de mensuração dos processos de inovação (OECD, 1992). Revisões recentes do Manual de Oslo (2005) têm procurado avançar no sentido da melhor compreensão de aspectos colaborativos relacionados à inovação. Apesar disso, estes avanços são ainda limitados, restringindo-se à realização de esforços para identificar “fontes” de informação e o envolvimento das firmas com práticas cooperativas com outros agentes. No caso específico do Brasil, informações levantadas pela PINTEC-IBGE demonstram que o grau de cooperação entre agentes na indústria brasileira é ainda bastante limitado (Cassiolato et alii 2005).

Apesar do baixo grau de cooperação geral vigente na indústria brasileira, tem proliferado nos últimos anos a realização de uma série de estudos empíricos localizados, os quais utilizam como referencial analítico o conceito de “aglomerações produtivas”, privilegiando como base teórica uma perspectiva

---

<sup>3</sup> Muitas delas baseadas em um recorte mais localizado do conceito amplo de “sistemas de inovação” (Lundvall 1992; Freeman 1998), segundo o qual os processos de inovação que têm lugar no nível da firma são, em geral, gerados e sustentados por suas relações com outras empresas e organizações.

evolucionária, que ressalta a importância do aprendizado por interação e das múltiplas formas de articulações cooperativas enquanto instrumentos que possibilitam o incremento do potencial inovativo e o reforço da competitividade. A análise apresentada a seguir procura, a partir de evidências empíricas obtidas para um conjunto diversificado de empresas inseridas em aglomerações de diversos setores econômicos, discutir de que maneira as diferentes estratégias de aprendizado e as formas de cooperação encontram-se relacionadas com o desempenho inovativo das empresas. Através desse tipo de procedimento, procura-se avançar no sentido de um tratamento analítico rigoroso do fenômeno do aprendizado por interação, buscando-se avaliar possíveis desdobramentos da intensificação dessas práticas sobre o desempenho inovativo dos agentes.

### 3. Metodologia

Na tentativa de alcançar o objetivo proposto neste trabalho, qual seja, identificar a influência dos processos de aprendizagem e cooperação no desempenho inovativo dos agentes, a análise realizada baseia-se na seleção de um conjunto de indicadores, a partir dos quais se procura captar elementos importantes da “dinâmica” dos processos de cooperação, aprendizado e desempenho inovativo observados nas 1.206<sup>4</sup> empresas que integram a amostra.<sup>5</sup> Procurou-se utilizar um conjunto selecionado de perguntas que constam do questionário<sup>6</sup> aplicado nas pesquisas de campo, transformando atributos qualitativos, tais como a importância atribuída pela empresa a determinado evento, em quantitativos, ou seja, encontrando um valor entre 0

<sup>4</sup> Em relação à amostra, cabe destacar que o tamanho da mesma foi estipulado de forma individual para cada uma das 30 aglomerações produtivas na qual as empresas estão inseridas. Ou seja, estipulou-se uma *amostra aleatória simples* para cada uma destas aglomerações adotando-se, como é usual, *nível de confiança* de 95%. O cálculo do tamanho da amostra, por aglomeração, foi feito por:  $n_0 = \frac{4\sigma^2}{E_0^2} (1)$ , onde:  $E_0$  é o erro amostral tolerado; e  $\sigma^2$  é a variância da variável em estudo, na população. Como o tamanho da população ( $N$ ) de cada aglomeração produtiva era conhecido (com base na RAIS/MTE), então se fez a seguinte correção:  $n = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0 - 1} (2)$ , onde:  $N$  é o tamanho da população; e  $n_0$  é o resultado do cálculo da expressão (1). Considerando que nas pesquisas das aglomerações produtivas, os parâmetros de interesse correspondem a diversas *proporções* ( $p_1, p_2, \dots$ ), a variância  $\sigma^2$ , em cada caso, é dada por:  $\sigma_i^2 = p_i(1 - p_i) \leq \frac{1}{4} (3)$ , ou seja, a maior variância será 1/4, atingida quando  $p_i = 1/2$  (correspondendo às situações em que 50% dos indivíduos estão na categoria em análise). Assim, substituindo  $\sigma^2$  por 1/4 em (1), garante-se tamanho da amostra suficiente para garantir o erro amostral máximo ( $E_0$ ) especificado. No estudo em questão o erro amostral máximo admitido em cada aglomeração produtiva foi de 10% ( $E_0 = 0,1$ ).

<sup>5</sup> Para garantir a aleatoriedade na seleção da amostra e, em consequência, evitar a presença de vieses de seletividade amostral na análise econométrica realizada posteriormente (em função do estabelecimento *ex-ante* de critérios de escolha de empresas), foram adotados os seguintes procedimentos para seleção das empresas entrevistadas em cada aglomeração produtiva: a) numeraram-se as empresas de cada aglomeração de 1 a  $N$  (mais especificamente, de 01 a  $N$ , se  $N < 100$ ; e de 001 a  $N$ , se  $100 \leq N < 999$ ); b) utilizou-se  $n$  números aleatórios distintos de mesma quantidade de dígitos de  $N$  de cada aglomeração (os números pseudo-aleatórios foram gerados computacionalmente) e; c) foram incluídas na amostra as empresas cuja numeração coincida com os números gerados.

<sup>6</sup> Disponível em: [http://redesist.ie.ufrj.br/dados/nt\\_count.php?projeto=ar2&cod=1](http://redesist.ie.ufrj.br/dados/nt_count.php?projeto=ar2&cod=1).

e 1 que expressasse a opinião da empresa sobre cada evento. Através destes indicadores, procurou-se contemplar três aspectos principais relacionados à construção de capacitações locais:

- i) esforço inovativo;
- ii) aprendizagem externa e ações cooperativas e;
- iii) desempenho inovativo.

De maneira a contemplar estas dimensões, 20 indicadores divididos em três conjuntos foram selecionado para a realização da análise, os quais são apresentados no Quadro 1.

O primeiro conjunto de indicadores refere-se ao esforço inovativo, no qual são sugeridos 8 indicadores. Um primeiro indicador avalia a constância em que as empresas realizam atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (CONSP&D). De forma complementar sugere-se mais três indicadores que avaliam a constância na realização de atividades inovativas: constância na aquisição de novas tecnologias (CONSNVTEC), constância no esforço pré-inovativo (CONSESFPREINOV) e constância na atualização organizacional (CONSATORG). Utilizam-se dois indicadores que captam as estratégias voltadas aos Recursos Humanos. O primeiro refere-se à importância assumida pelas atividades de treinamento e capacitação de funcionários (ESFTRERH). O segundo indicador capta a relevância percebida pelas empresas em relação à absorção de recursos humanos (RH) qualificados (ESFABSRH). A aprendizagem interna, por exigir ações relacionadas à sistematização e posterior disseminação de informações oriundas em diversos departamentos da empresa, é tratada neste trabalho como uma forma de esforço inovativo, sugerindo-se dois indicadores para captar estas dimensões: aprendizagem interna relacionada ao departamento de P&D (APRINTP&D) e aprendizagem interna derivada dos demais departamentos das empresas (APRINTDEMFONT).

Um segundo conjunto, no qual são sugeridos 10 indicadores, refere-se à aprendizagem externa e ações cooperativas, servindo como *proxy* do que na literatura é tratado como *learning-by-interacting*. Cinco indicadores referem-se à importância das fontes externas de informação para aprendizagem: aprendizagem com fornecedores e clientes (APREXVER); aprendizagem com concorrentes e outras empresas do setor (APREXHOR); aprendizagem com instituições de C&T (APREXC&T); aprendizagem com serviços especializados (APREXSERESP) e; aprendizagem com demais agentes (APREXDEMAG). Outros cinco indicadores captam a percepção das empresas quanto à importância dos relacionamentos cooperativos desenvolvido com diversos agentes: cooperação vertical (COOPVER) – trata de atividades cooperativas desenvolvida com fornecedores e clientes; cooperação horizontal (COOPHOR) – relacionamentos cooperativos com concorrentes e outras empresas do setor;

---

<sup>7</sup> A formulação matemática dos indicadores pode ser encontrada em Stallivieri et alii (2007) e Cassiolato et alii (2007).



Quadro 1 – Indicadores utilizados<sup>7</sup>

Indicadores	Eventos captados
1) Indicadores de esforço inovativo	
Constância na realização de P&D (CONSP&D)	Realização de P&D na empresa e; Aquisição externa de P&D.
Constância na Aquisição de Novas Tecnologias (CONSNOVTEC)	Aquisição de máquinas e equipamentos que implicaram em significativas melhorias tecnológicas e; Aquisição de outras tecnologias (softwares, licenças, patentes, marcas e segredos industriais).
Constância no Esforço Pré-Inovativo (CONSESPREINOV)	Projeto industrial associado a produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente melhores e; Programa de treinamento associado à introdução de produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente melhores.
Constância na Atualização Organizacional (CONSATORG)	Implementação de programas de gestão da qualidade ou de modernização organizacional e; Novas formas de comercialização ou de distribuição de produtos novos ou significativamente melhorados.
Esforço de Treinamento (ESFTREHER)	Treinamento na empresa; Treinamento em cursos técnicos realizados no arranjo; Treinamento em cursos técnicos fora do arranjo; Estágios em empresas fornecedoras ou clientes e; Estágios em empresas do grupo.
Esforço de Absorção de RH (ESFABSRH)	Contratação de técnicos/engenheiros de outras empresas do arranjo; Contratação de técnicos/engenheiros de empresas fora do arranjo; Absorção de formandos dos cursos universitários localizados no arranjo ou próximo e Absorção de formandos dos cursos técnicos localizados no arranjo ou próximo.
Aprendizagem Interna Departamento de P&D (APRINTP&D)	Departamento de P&D como fonte de informação relevante para inovação.
Aprendizagem Interna Demais Fontes (APRINTDEMFONT)	Área de produção; Área de vendas e marketing e; Serviços de atendimento aos clientes.
2) Indicadores de aprendizagem externa e ações cooperativas	
Aprendizagem Vertical (APREXVER)	Fornecedores de insumos (equipamentos, materiais-primas) e; Clientes.
Aprendizagem Horizontal (APREXHOR)	Concorrentes e; Outras empresas do Setor.
Aprendizagem com Instituições de Ciência e Tecnologia (APREXC&T)	Universidades e; Institutos de Pesquisa.
Aprendizagem com Serviços Especializados (APREXSERESP)	Centros de capacitação profissional, de assistência técnica e de manutenção; Instituições de testes, ensaios e certificações e; Empresas de consultoria.
Aprendizagem com Demais Agentes (APREXDEMAG)	Licenças, patentes e "know-how"; Conferências, seminários, cursos e publicações especializadas; Feiras, exposições e lojas; Encontros de lazer; Associações empresariais locais e; Informações de rede baseadas na internet ou computador.
Cooperação Vertical (COOPVER)	Fornecedores de insumos (equipamentos, materiais, componentes e softwares) e; Clientes.
Cooperação Horizontal (COOPHOR)	Concorrentes e; Outras empresas do setor.
Cooperação com instituições de C&T (COOPINSTC&T)	Universidade e; Institutos de pesquisa.
Cooperação com Serviços Especializados (COOPSERESP)	Centros de capacitação profissional, de assistência técnica e de manutenção; Instituições de testes, ensaios e certificações e; Empresas de consultoria.
Cooperação com Demais Agentes (COOPDMAG)	Representação; Entidades Sindicais; Órgãos de apoio e promoção e; Agentes financeiros.
3) Indicadores de desempenho inovativo	
Inovação em Produtos (INPRD)	Produto novo para empresa e; Produto novo para o mercado nacional/internacional.
Inovação em Processos (INPRC)	Processo novo para a empresas e; Processo novo para o setor de atuação.

Fonte: Stallivieri (2004), com adaptações.

cooperação com instituições de C&T (COOPINSTC&T); cooperação com serviços especializados (COOPSERESP) e; cooperação com demais agentes (COOPDEMAG).

Para captar o desempenho inovativo dos agentes, são sugeridos 2 indicadores. O primeiro indicador está relacionado à introdução de inovações em produtos (INPRD), sendo que este verifica se as empresas introduziram algum produto novo para ela e o grau de novidade desta inovação, no sentido de ser um produto novo para mercados mais abrangentes, no caso o nacional e/ou internacional ou novo só para a empresa. O segundo indicador de desempenho inovativo capta a introdução de inovações em processos (INPRC), verificando se as empresas introduzirem processos novos e o grau de inovatividade destes processos – novo apenas para a empresa ou novo para o setor de atuação. Nota-se que ambos os indicadores tem como característica possuírem certa hierarquia<sup>8</sup> assumindo três (3) valores distintos: 0 se a empresa não introduziu inovação; 0,5 se empresa introduziu uma inovação que seja novidade apenas para empresa e; 1 se a empresa introduziu uma inovação que seja novidade para mercados mais amplos (produtos novos para o mercado nacional e/ou internacional) ou para o setor de atuação (processos novos para o setor de atuação).

Cabe salientar que a análise está baseada em uma auto-avaliação das próprias empresas investigadas acerca dos principais fatores que influenciam seus esforços de aprendizado e o processo de capacitação resultante. Mesmo reconhecendo-se que tal tipo de coleta de informações pode distorcer os resultados, já que nem sempre o próprio entrevistado possui o melhor entendimento do que se pergunta, o procedimento é amplamente reconhecido como pertinente na realização de análises que abordam o processo de construção de capacitações inovativas, sendo inclusive, mencionado como um instrumento importante pelo Manual de Oslo (2005) da OCDE, o qual estabelece princípios metodológicos que têm orientado a realização de *Innovation Surveys* em diversos países. Além disso, a forma de obtenção de informações, através de pesquisas de campo na qual foi aplicada uma metodologia e conceitos comuns tende a minimizar problemas ligados à diversidade de interpretação das questões entre os agentes.

Neste sentido, a conjugação dos indicadores selecionados possibilita a obtenção de evidências sobre a dinâmica de aprendizado e da cooperação e a influência destes fatores no desempenho inovativo das empresas investigados. Com base nestes indicadores, aplicaram-se os procedimentos de Análise Multivariada, buscando-se, num primeiro momento, através da Análise Fatorial reduzir as dimensões de análise. A Análise Fatorial foi realizada para o conjunto de indicadores de esforço inovativo e de aprendizagem externa e ações cooperativas. A partir dos *scores* fatoriais das empresas, obtidos com base na análise desenvolvida para cada um dos subconjuntos anteriormente

---

<sup>8</sup> Estes indicadores foram estipulados desta forma para permitir a utilização do modelo proposto, como será destacado mais adiante.

citados, analisou-se a influência dos processos de aprendizagem, cooperação e esforço tecnológico no desempenho inovativo das empresas, com base em dois modelos econométricos (Probit Ordenado). Nos modelos utilizados a variável dependente refere-se aos indicadores de inovação em produtos (modelo 1) e processos (modelo 2) e as variáveis independentes consistem nos fatores extraídos dos conjuntos de indicado relacionados ao esforço inovativo e a aprendizagem e cooperação.

O tipo de modelo escolhido possui como característica especial a ordenação da variável dependente, se diferenciando dos modelos probabilísticos mais utilizados em que a variável dependente assume apenas dois valores, sendo um instrumento mais preciso na análise de variáveis dependentes discretas e qualitativas que assumem valores que representem ordenação. Justamente pelo fato da variável dependente refletir uma ordenação, a estimação por mínimos quadrados ordinários seria inaplicável, assim como por probit binário, que considera apenas duas categorias.

#### 4. Caracterização da Amostra

Como destacado na introdução deste trabalho, a amostra em questão possui algumas especificidades. Por um lado, todas as empresas estudadas estão inseridas em aglomerações produtivas das mais diversas áreas de atividade econômica, fazendo que parte dos processos de aprendizagem, cooperação e esforço tecnológico sejam localmente condicionados. Por outro lado, predominam na amostra empresas de micro e pequeno porte.<sup>9</sup> A Tabela 1 apresenta a estratificação da amostra, segundo a atividade econômica desenvolvida pelas empresas e o porte das mesmas. Nota-se que há forte predominância de empresas de micro e pequeno porte na amostra, que somadas representam aproximadamente 90% das empresas pesquisadas. Em relação às atividades desenvolvidas pelas empresas, nas respectivas aglomerações, percebe-se uma concentração maior em atividades ligadas a setores tradicionais (móveis, confecções, calçados, plástico e pesca), que somadas representam 68% das empresas da amostra. Em contrapartida as atividades mais dinâmicas (eletrometal-mecânica, software e equipamentos de informática, petróleo e gás e biotecnologia) representam aproximadamente 32 das empresas pesquisadas.

Cabe destacar que estas especificidades apresentadas trazem certas características quanto à forma de atuação das empresas que pode influenciar a análise. As empresas inseridas em aglomerações ligadas a setores tradicionais, geralmente direcionam sua produção para as próprias aglomerações, ou seja, procuram atender as demandas locais. Em contrapartida as aglomerações ligadas a setores mais dinâmicos, atuam geralmente a nível dos mercados

<sup>9</sup> Para estratificar as empresas segundo o porte, utilizou-se da classificação desenvolvida pelo SEBRAE, na qual: Micro empresas de 1 a 19 empregados; Pequena empresa de 20 a 99 empregados; Média empresa de 100 a 499 empregados e; Grande empresa mais de 500 empregados.

nacionais e internacionais. Nos setores mais dinâmicos ocorre forte comércio inter-setorial e há um grau maior de especialização e divisão do trabalho nas empresas. Já nas aglomerações ligadas a setores tradicionais o comércio inter-setorial é muito reduzido, bem como as possibilidades de divisão de trabalho. Portanto, parte das características dos processos de aprendizagem e cooperação são condicionados por estas características.

Tabela 1

Estratificação da amostra segundo atividade desenvolvida pelas empresas e porte dos estabelecimentos ( $N = 1.206$ )

Atividades	Porte Localização da aglomeração	Micro		Pequena		Média		Grande		Total	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Eleto metal-mecân.	Santa Rita do Sapucaí-MG; Joinville-SC; Camaçari-BA e Ribeirão Preto-SP	77	6,38	70	5,80	24	1,99	5	0,41	176	14,59
Móveis e madeira	Ubá-MG; Linhares-ES; Vitória-ES; Chapecó-SC e União da Vitória-SC	164	13,60	91	7,55	20	1,66	1	0,08	276	22,89
Têxtil e confecções	Colatina-ES; Apucarana-PR; Terra Roxa-PR; Petrópolis-RJ; Cabo Frio-RJ; Ibitinga-SP; Campina Grande-PB; Jaraguá-GO; Natal-RN e Tobias Barreto-SE	271	22,47	126	10,45	16	1,33	2	0,17	415	34,41
Software e eq.inform.	Petrópolis-RJ; Ilhéus-BA; Curitiba-PR; Recife-PE e Brasília-DF	111	9,20	37	3,07	10	0,83	2	0,17	160	13,27
Petróleo e gás	Macaé-RJ	2	0,17	13	1,08	12	1,00	3	0,25	30	2,49
Biotecnologia	Belo Horizonte-MG	15	1,24	4	0,33	0	0,00	0	0,00	19	1,58
Plástico	Criciúma-SC	12	1,00	14	1,16	8	0,66	2	0,17	36	2,99
Calçados	Birigui-SP	14	1,16	14	1,16	7	0,58	2	0,17	37	3,07
Pesca	Itajaí-SC	38	3,15	16	1,33	2	0,17	1	0,08	57	4,73
Total		704	58,37	385	31,92	99	8,21	18	1,49	1206	100

Fonte: Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais no Brasil (2004) e do Projeto de Expansão da RedeSist (2004). Elaboração própria.

Os dados apresentados na Tabela 2, referentes às médias apresentadas pelas 1.206 empresas da amostra nos indicadores utilizados, revelam que as estratégias dos agentes em relação ao esforço inovativo concentram-se principalmente na sistematização e circulação de informação obtidas internamente, uma vez que os indicadores relacionados ao aprendizado interno possuem os mais elevados valores, 0,59 para aprendizagem interna derivada das demais fontes de informação (APRINTDEMFONT) e, 0,29 para o uso do departamento de P&D (APRINTP&D) como fonte de informação para a inovação. Paralelo a esta elevada importância relativa do departamento de P&D, ressalta-se que estas atividades são realizadas numa escala reduzida pelas empresas da amostra, uma vez que o indicador referente à constância na realização de P&D (CONSP&D) é reduzido (0,22).

As empresas estudadas desenvolvem de forma similar os esforços relacionados às atividades pré-inovativas (CONSESPREINOV) e a atualização organizacional (CONSATORG), uma vez que os indicadores apresentam valores similares, 0,27 e 0,29 respectivamente. Nota-se que os esforços para

a atualização tecnológica ocorrem em baixa escala, uma vez que este indicador (CONSNVTEC) assume valor muito reduzido (0,19). Os reduzidos valores alcançados por estes indicadores refletem que estas atividades são realizadas, na média, em baixa escala pelas empresas da amostra. O esforço de treinamento e capacitação de RH pode ser descrito, no âmbito das empresas, pelos indicadores ESFTREERH e ESFABSRH, que refletem respectivamente os esforços desenvolvidos pelas empresas para capacitação de seus funcionários e a absorção de RH qualificados. Nota-se que para o conjunto das empresas o esforço de treinamento da mão-de-obra é reduzido com indicador de 0,29, sendo que a absorção de RH qualificados é ainda mais reduzida (0,14).

Portanto, em relação ao esforço inovativo, verifica-se que as empresas estudadas, consideram de maior relevância para os processos inovativos, as estratégias relacionadas à obtenção, sistematização e disseminação de informações obtidas nos diversos departamentos da empresa, ou seja, o aprendizado interno. Paralelo a esta característica nota-se um reduzido esforço de atualização tecnológica, sendo que as ações voltadas para a compra de máquinas e equipamentos, atividades pré-inovativas e atualização organizacional são consideravelmente reduzidas. De forma geral, são reduzidas também, as ações relacionadas ao treinamento dos RH, sendo que a contratação de pessoal qualificado é ainda menor.

Os indicadores de aprendizagem externa e ações cooperativas, revelam que a principal forma de interação desenvolvida pelas empresas da amostra, refere-se à aprendizagem vertical. Verifica-se através do valor obtido pelo indicador de aprendizagem externa vertical (APREXTVER = 0,59), que as informações obtidas junto a clientes e fornecedores são as mais relevantes para os processos inovativos das empresas. Ainda em relação à aprendizagem externa destaca-se o valor relativamente elevado das informações relativas a demais agentes (APREXDEMAG) com um indicador de 0,41, e das informações derivadas de concorrentes e outras empresas do setor (APREXHOR) – 0,41. Ressalta-se que os indicadores que captam a importância atribuída às informações obtidas com instituições de C&T (APREXC&T) e com serviços especializados (APREXSERESP) possuem os menores valores entre os indicadores de aprendizagem externa (0,21 e 0,14 respectivamente), fato este que demonstra a pouca importância dada pelas empresas da amostra a estas fontes de informação.

Em relação à cooperação, os dados reforçam que esta ocorre em baixa escala para a média da amostra em questão, uma vez que todos os indicadores relacionados assumem valores consideravelmente reduzidos. As duas formas de cooperação que se destacam referem-se à cooperação vertical (COOPVER), no qual a cooperação se restringe aos fornecedores e clientes, com um indicador de 0,22 e, a cooperação horizontal, com concorrentes e outras empresas do setor (COOPHOR), cujo indicador possui um valor médio de 0,16. Os indicadores de cooperação com demais agentes (COOPDMAG), com instituições de C&T (COOPINTC&T) e com serviços especializados (COOPSERESP), possuem os

Tabela 2

Estatísticas descritivas dos indicadores utilizados ( $N = 1.206$ )

Indicadores	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Constância na Realização de P&D (CONSP&D)	0,2253	0,389	0,00	1,00
Constância na Aquisição de Novas Tecnologias (CONSNVTEC)	0,1901	0,378	0,00	1,00
Constância no Esforço Pré-Inovativo (CONSEFPREINOV)	0,2730	0,312	0,00	1,00
Constância na Atualização Organizacional (CONSATORG)	0,2929	0,210	0,00	0,75
Esforço de Treinamento (ESFTREERH)	0,2915	0,321	0,00	1,00
Esforço de Absorção de RH (ESFABSRH)	0,1410	0,347	0,00	1,00
Aprendizagem Interna Departamento de P&D (APRINTP&D)	0,2946	0,240	0,00	1,00
Aprendizagem Interna Demais Fontes (APRINTDEMFONT)	0,5979	0,213	0,00	1,00
Aprendizagem Vertical (APREXVER)	0,5946	0,425	0,00	1,00
Aprendizagem Horizontal (APREXHOR)	0,4149	0,355	0,00	1,00
Aprendizagem com Instituições de Ciência e Tecnologia (APREXC&T)	0,1409	0,340	0,00	1,00
Aprendizagem com Serviços Especializados (APREXSERESP)	0,2188	0,352	0,00	1,00
Aprendizagem com Demais Agentes (APREXDEMAG)	0,4173	0,274	0,00	1,00
Cooperação Vertical (COOPVER)	0,2208	0,264	0,00	1,00
Cooperação Horizontal (COOPHOR)	0,1661	0,261	0,00	1,00
Cooperação com Instituições de C&T (COOPINSTC&T)	0,0646	0,343	0,00	1,00
Cooperação com Serviços Especializados (COOPSERESP)	0,0742	0,288	0,00	1,00
Cooperação com Demais Agentes (COOPDMAG)	0,0779	0,193	0,00	1,00
Inovação em Produtos (INPRD)	0,4258	0,179	0,00	1,00
Inovação em Processos (INPRC)	0,3097	0,168	0,00	1,00

Fonte: Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais no Brasil (2004) e do Projeto de Expansão da RedeSist (2004). Elaboração própria com base no Software STATISTICA 6.0.

valores mais reduzidos (0,07, 0,06 e 0,07 respectivamente).

Percebe-se com base nos indicadores de aprendizagem externa e ações cooperativas, que existe um padrão em relação às formas de interação desenvolvidas pelas empresas da amostra. Estas atribuem considerável importância à relação de caráter vertical, priorizando a troca de informações com clientes e fornecedores e, em menor escala ressalta-se as ações interativas desenvolvidas com concorrentes e outras empresas do setor, ou seja, de caráter horizontal. Porém as ações interativas desenvolvidas com instituições de C&T e com serviços especializados são muito reduzidas, indicando que as empresas em questão possuem elevada dificuldade de interagir com este grupo de agentes.

Os indicadores relacionados ao desempenho inovativo refletem a capacidade média das empresas para introduzir os diferentes tipos de inovações analisadas. Nota-se, com base no valor médio assumido por estes, que na amostra em questão as inovações em produtos ocorrem numa escala um pouco maior que as inovações em processos, uma vez que o indicador relacionado a produtos (INPRD) possui valor de 0,42, paralelo ao valor médio de 0,30 do indicador de inovações em processos. Porém, destaca-se que para a média das empresas, que tanto a inovação em produtos quanto a inovação em processos, assumem um caráter imitativo, concentradas na introdução de produtos e processos

novos para as empresas mas já existentes nos mercados nacionais/internacionais e nos setores de atuação. O caráter imitativo que os processos inovativos assumem na amostra é reforçado pela análise da Tabela 3. Nota-se, para os dois tipos de inovação analisados, que a maior parte das empresas não são inovadoras (38,72% no caso de inovação em produtos e 54,81% no caso de inovação de processos). Mas quando estas empresas inovam, verifica-se que predominam a introdução de produtos novos para as empresas, mas já existentes no mercado (37,4%) e, processos novos para as empresas mas já existentes no setor (28,44%).

Tabela 3

Distribuição da amostra segundo porte das empresas e tipo de inovação introduzida

Porte/Tipo de inovação introduzida		Micro		Pequena		Média		Grande		Total	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Inovação em produto	Não inovou	315	25,00	130	10,78	21	1,741	1	0,083	467	38,72
	Novo para empresa	265	21,03	151	12,52	33	2,736	2	0,166	451	37,40
	Novo para o mercado	124	9,84	104	8,62	45	3,731	15	1,244	288	23,88
Inovação em processo	Não inovou	444	35,24	179	14,84	37	3,068	1	0,083	661	54,81
	Novo para empresa	172	13,65	139	11,53	27	2,239	5	0,415	343	28,44
	Novo para o setor	88	6,98	67	5,56	35	2,902	12	0,995	202	16,75

Fonte: Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais no Brasil (2004) e do Projeto de Expansão da RedeSist (2004). Elaboração própria.

Portando, a análise do conjunto dos indicadores para as empresas da amostra, revela que estas concentram seus esforços tecnológicos na sistematização da aprendizagem interna. As ações interativas mais relevantes ocorrem com outros agentes produtivos, principalmente com clientes e fornecedores e em menor escala com concorrentes e outras empresas do setor. Estas empresas possuem elevada capacidade em imitar produtos e processos e uma capacidade reduzida de implementar inovações mais intensivas em tecnologia (produtos novos para o mercado nacional e/ou internacional e processos novos para o setor de atuação). Nota-se que a conjunção do esforço inovativo e das formas de interação desenvolvidas reforça o caráter imitativo que o desempenho inovativo assume na amostra, uma vez que geralmente as informações obtidas, possibilitam as empresas implementarem melhorias em seus produtos e processos. Porém, o desenvolvimento de capacitações mais dinâmicas, que poderiam permitir as empresas implementarem inovações mais intensivas em tecnologia, demanda que estas desenvolvam com maior intensidade os esforços de aquisição de novas tecnologias, de desenvolvimento de atividades pré-inovativas e de absorção de RH qualificados, bem como que interajam em maior escala com institutos de C&T e com os agentes que prestam serviços especializados.

Um último ponto a ser destacado refere-se a grande heterogeneidade das empresas analisadas,<sup>10</sup> uma vez que um número elevado de indicadores possui um desvio padrão mais elevado, ou muito próximo, à própria média do indicador, refletindo que as empresas se comportam de maneira significativamente distinta em relação às dimensões captadas pelos indicadores. Esta característica sugere a existência de padrões distintos entre o esforço inovativo, os processos de aprendizagem e cooperação e o desempenho inovativo das empresas.

## 5. Aplicação das Técnicas de *Análise Multivariada – Análise Fatorial*

A análise desenvolvida na seção anterior, permitiu identificar as características (médias) das empresas da amostra em relação aos indicadores utilizados neste trabalho. Em contrapartida, foi possível também verificar a elevada heterogeneidade presente na amostra, uma vez que para um elevado número de indicadores o desvio padrão é mais elevado que a própria média, indicando que as empresas possuem comportamentos significativamente distintos em relação às dimensões analisadas. Em função desta característica sugere-se a implementação de mecanismos estatísticos que permitam reduzir as dimensões a serem analisadas e posteriormente, identificar a influência dos processos de aprendizagem, cooperação e esforço inovativo no desempenho inovativo dos agentes. Para tanto, num primeiro momento utilizam-se dos procedimentos relacionados à *Análise Fatorial*, buscando sistematizar e reduzir as dimensões relevantes para a análise. Posteriormente, para identificar a influência dos processos mencionados no desempenho inovativo das empresas utiliza-se o modelo econométrico Probit Ordenado que será apresentado e discutido na próxima seção.

A partir dos indicadores calculados, desenvolveu-se uma *análise fatorial*,<sup>11</sup> através do método de *componente principal*, utilizando-se a opção de *varimax normalized*<sup>12</sup> para cada subconjunto<sup>13</sup> de indicadores propostos. O principal propósito da *análise fatorial* é descrever, se possível, as relações de covariâncias entre muitas variáveis em termos de poucos fatores subjacentes, mas não-observáveis. Portanto, a aplicação da *análise fatorial* permitirá identificar

<sup>10</sup> Que vai além do porte das empresas e das atividades econômicas desenvolvidas.

<sup>11</sup> Para a formalização matemática e estatística da análise fatorial ver Hair (2005), Malhotra (2001), Johnson e Wichern (1998).

<sup>12</sup> O método utilizado neste trabalho, além de ser o mais usual, possui um grau de "refinado" superior, uma vez que promove a rotação ortogonal dos eixos relacionados aos fatores e as variáveis (indicadores), com o intuito de chegar ao melhor resultado possível no enquadramento dos indicadores nos respectivos fatores.

<sup>13</sup> A Análise Fatorial foi desenvolvida apenas para o conjunto de indicadores de esforço inovativo e de aprendizagem externa e ações cooperativas, uma vez que os indicadores de desempenho inovativo serão utilizados como variáveis dependentes no modelo econométrico que busca estimar a influência destes fatores para o desempenho inovativo das empresas.



os principais fatores e o peso das variáveis para cada fator, para posteriormente caracterizar o comportamento das empresas da amostra (consideradas como os “casos” do modelo) em relação a estes fatores. Inicialmente busca-se identificar os principais fatores, neste sentido, a Tabela 4 apresenta os autovalores relacionados a cada fator e a porcentagem da variação dos dados explicada para cada subconjunto de indicadores.

Tabela 4

Autovalores e variância relacionada aos fatores selecionados ( $N = 1.206$ )

Subconjunto de indicadores	Fator	Autovalor	% da Variância total explicada	Autovalor acumulado	% da Variância acumulada explicada
Esforço inovativo	Fator 1	4,087	51,086	4,087	51,086
	Fator 2	1,057	13,211	5,144	64,297
	Fator 3	0,811	10,142	5,955	74,439
	Fator 4	0,716	8,950	6,671	83,388
Aprendizagem externa e ações cooperativas	Fator 1	4,069	40,689	4,069	40,689
	Fator 2	1,593	15,932	5,662	56,621
	Fator 3	1,093	10,928	6,755	67,549
	Fator 4	0,788	7,878	7,543	75,426

Fonte: Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais no Brasil (2004) e do Projeto de Expansão da RedeSist (2004). Elaboração própria com base no Software STATISTICA 6.0.

Para este trabalho, optou-se por aplicar duas análises fatoriais, de forma separada, uma para cada subconjunto de indicadores. Para o subconjunto de indicadores relacionados ao “esforço inovativo” foram selecionados quatro (4) fatores que em conjunto explicam 83,38% da variância dos dados. De forma semelhante ao subconjunto anterior, para os indicadores de “aprendizagem externa e ações cooperativas” também foram selecionados quatro (4) fatores que representam 74,42% da variação dos dados. A justificativa para a seleção deste conjunto de fatores é reforçada pela análise das Tabelas A1 e A2 (no Anexo Estatístico), que apresentam a carga fatorial<sup>14</sup> exercida por cada indicador,

<sup>14</sup> A matriz de carga fatorial representa as correlações lineares entre as diferentes variáveis analisadas e os respectivos fatores. Estas correlações também podem ser chamadas de saturações/cargas das variáveis nos distintos fatores. Portanto um fator assume, principalmente, as características dos indicadores que exercem a maior carga fatorial no mesmo. Neste trabalho utilizou-se uma barreira em relação à saturação dos indicadores nos fatores de 0,6, como indicado por Hair (2005).

além da nova variância explicada pelos mesmos fatores<sup>15</sup> após a rotação ortogonal dos eixos, para cada subconjunto de indicadores sugeridos neste trabalho.

Com base nos dados, é possível identificar as características dos fatores utilizados na análise. O Quadro 2 apresenta uma síntese das informações observadas pela análise da matriz de carga fatorial. Incluiu-se neste quadro a carga fatorial exercida pelos indicadores mais relevantes para cada fator.

Quadro 2 – Características resumidas dos fatores extraídos para cada subconjunto de indicadores

Esforço inovativo	
<p>Fator P&amp;D e Máquinas e Equipamentos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constância na realização de P&amp;D (CONSP&amp;D) – 0,89</li> <li>• Constância na Aquisição de Novas Tecnologias (CONSNOVTEC) – 0,84</li> <li>• Aprendizagem interna departamento de P&amp;D (APRINTP&amp;D) – 0,81</li> </ul>	<p>Fator Treinamento e Absorção de RH</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esforço de Absorção de RH (ESFABSRH) – 0,84</li> <li>• Esforço de Treinamento (ESFTREERH) – 0,80</li> </ul>
<p>Fator Aprendizagem Interna</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizagem Interna Demais Fontes (APRINTDEMFONT) – 0,93</li> </ul>	<p>Fator Atualização Organizacional e Esforço Pré-Inovativo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constância na Atualização Organizacional (CONSATORG) – 0,80</li> <li>• Constância no Esforço Pré-Inovativo (CONSESPREINOV) – 0,77</li> </ul>
Aprendizagem Externa e Ações Cooperativas	
<p>Fator Cooperação</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperação Horizontal (COOPHOR) – 0,76</li> <li>• Cooperação com Demais Agentes (COOPDMAG) – 0,74</li> <li>• Cooperação Vertical (COOPVER) – 0,73</li> <li>• Cooperação com Serviços Especializados (COOPSERESP) – 0,69</li> </ul>	<p>Fator Aprendizagem com Agentes Produtivos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizagem Vertical (APREXVER) – 0,90</li> <li>• Aprendizagem Horizontal (APREXHOR) – 0,90</li> </ul>
<p>Fator Interação com C&amp;T</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperação com instituições de C&amp;T (COOPINSTC&amp;T) – 0,83</li> <li>• Aprendizagem com Serviços Especializados (APREXSERESP) – 0,82</li> </ul>	<p>Fator Aprendizado Externa com Demais Fontes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizagem com Instituições de Ciência e Tecnologia (APREXC&amp;T) – 0,82</li> <li>• Aprendizagem com Demais Agentes (APREXDEMAG) – 0,71</li> </ul>

Fonte: Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais no Brasil (2004) e do Projeto de Expansão da RedeSist (2004).  
Elaboração própria com base no Software STATISTICA 6.0.

Em relação ao subconjunto de indicadores de esforço inovativo, o Fator 1 (que explica 28% da variação dos dados) pode ser intitulado de fator “Fator de P&D e máquinas e equipamentos” uma vez que os indicadores referentes à constância na realização de P&D (CONSP&D), na aquisição de novas tecnologias (CONSNOVTEC) e no uso do departamento de P&D como fonte de informação exercem uma carga mais elevada no mesmo. Os indicadores referentes ao esforço de treinamento de RH (ESFTREERH) e esforço de absorção de RH qualificados exercem uma carga significativamente elevada no Fator 2,<sup>16</sup> logo este pode ser intitulado de “Fator de treinamento

<sup>15</sup> Após a rotação ortogonal dos eixos (método de *varimax normalized*) a porcentagem de explicação da variação dos dados pelos fatores é alterada (mantendo-se a explicação total), em função das características deste método.

<sup>16</sup> Que explica 20% da variação dos dados.

e absorção de RH”. O Fator 3 (que explica 13% da variação dos dados) é influenciado em elevada intensidade apenas por um indicador, o relacionado à “aprendizagem interna demais fontes”, portanto este pode ser intitulado de “Fator de aprendizagem interna”. Por fim, o quarto fator deste subconjunto (que explica 20% da variação dos dados), agrupa os indicadores relacionados à constância no esforço pré-inovativo (CONSESFPREINOV) e a constância na atualização organizacional (CONSATORG) e pode ser chamado de “Fator de atualização organizacional e esforço pré-inovativo”.

Para o subconjunto de indicadores de aprendizagem externa e ações cooperativas, como destacado, também foram selecionados 4 fatores. O Fator 1 (que explica de 24% da variância dos dados) é influenciado em maior escala pelos indicadores que representam a cooperação vertical (COPVER), a cooperação horizontal (COOPHOR), a cooperação com serviços especializados (COOPSERESP) e a cooperação com demais agentes (COOPDMAG), portanto pode ser intitulado de “Fator de cooperação”. Os indicadores referentes à aprendizagem vertical (APREXTVER) e à aprendizagem horizontal (APREXTHOR) são os que mais influenciam o segundo fator<sup>17</sup> que pode ser chamado de “Fator aprendizagem com agentes produtivos”. O terceiro fator (que explica 16% das variações dos dados) é influenciado pelos indicadores de aprendizagem com agentes de C&T (APEEXC&T) e cooperação com agentes de C&T (COOPAGC&T), logo este pode ser intitulado de “Fator de interação com C&T”. Por fim o quarto fator (16% da variação dos dados) é influenciado pelos indicadores de aprendizagem com serviços especializados (APREXSERESP) e aprendizagem com demais agentes (APREXTDEMFONT), podendo ser chamado de “Fator de Aprendizagem externa com demais fontes”.

Cabe destacar, com relação às cargas fatoriais que, com exceção dos indicadores apontados para cada fator, os demais influenciam com baixa intensidade o comportamento dos mesmos. Fato semelhante é observado com relação aos indicadores que possuem relação inversa com os fatores, a qual é de forma geral muito reduzida (inferior a -0,07), pouco influenciando o valor final do fator. A análise realizada na continuação deste trabalho é baseada nos *scores*<sup>18</sup> fatoriais relacionados às empresas da amostra investigadas nos oito fatores identificados. Estes fatores serão utilizados como variáveis independentes nos dois modelos *probit ordenado*<sup>19</sup> analisados. A análise

<sup>17</sup> Este fator explica 18% da variação dos dados.

<sup>18</sup> O *score* é obtido a partir dos coeficientes fatoriais relacionados a cada indicador. Ou seja, os coeficientes fatoriais (apresentados nas Tabelas A3 e A4 – Anexo Estatístico) são multiplicados por cada indicador das empresas, obtendo-se um valor final, equivalente ao *score* fatorial individual da empresa. Por exemplo, o *score* fatorial referente ao primeiro fator do subconjunto de indicadores de desempenho inovativo é obtido com a seguinte equação: *Score Fator P&D e Máquinas e Equipamentos* = 0,478\*CONSP&D + 0,414\*CONSNVTEC + (-0,140)\*CONSESFPREINOV + (-0,139)\*CONSATORG + (-0,158)\*ESFTRETRH + (-0,046)\*ESFABSRH + 0,433\*APRINTP&D + (-0,097)\*APRINTDEMFONT.

<sup>19</sup> Um modelo para inovação em produtos e um modelo para inovação em processos.

fatorial desenvolvida permitiu reduzir sensivelmente o número de variáveis explicativas dos modelos, de 18 indicadores para 8 fatores, facilitando o entendimento e a análise dos mesmos. Nos modelos de probit ordenado as variáveis dependentes (INPRD e INPRC) assumem os valores de 0, 0,5 e 1. Como já ressaltado estes dois indicadores assumem o valor 0 se a empresa não inovou, 0,5 se a empresa introduziu uma inovação que é novidade apenas para empresa (produtos e processos novos para a empresa mas já existentes no mercado e no setor de atuação) e, 1 se a empresa introduziu uma inovação que é novidade para o mercado/setor (produto novo para o mercado nacional/internacional e processo novo para o setor de atuação).

## 6. Análise dos Modelos *Probit Ordenado*

Esta seção procura identificar a influência dos fatores identificados no desempenho inovativo das empresas. Para tanto, utilizam-se dois modelos baseados na técnica de regressão *probit ordenado*, um primeiro referente às empresas inovadoras em produtos e, um segundo relativo às empresas inovadoras em processos. O modelo de probit ordenado para  $y$  pode ser derivado de um modelo de variável latente. De acordo com Wooldridge (2002), considerando  $y$  uma resposta ordenada com os valores  $\{0, 1, 2, \dots, J\}$ , para um dado inteiro  $J$ , e assumindo  $y^*$  como a variável latente sendo determinada por:

$$y^* = X\beta + \varepsilon \varepsilon / X \sim N(0, 1)$$

onde  $\beta$  é um vetor  $k \times 1$ ,  $X$  é o vetor de variáveis explicativas – sem constante – e  $\varepsilon$  é o componente de erro com distribuição normal padrão. Deve-se ainda definir os pontos de corte. Sendo  $\alpha_1 < \alpha_2 < \dots < \alpha_n$  pontos de corte desconhecidos, pode-se determinar:

$$\begin{aligned} y = 0 & \text{ se } y^* \leq \alpha_1 \\ y = 1 & \text{ se } \alpha_1 \leq y^* \leq \alpha_2 \\ & \vdots \\ y = J & \text{ se } y^* > \alpha_J \end{aligned}$$

No nosso caso, como temos três categorias (não inova, inova para empresa e inova para o mercado/setor) serão dois pontos de corte.

Dado o pressuposto de normal padrão para o erro, pode-se derivar a distribuição condicionada de  $y$  dado  $x$ . Bastando para tal, calcular a probabilidade de resposta relacionada a cada categoria:

$$\begin{aligned}
 P(y = 0|X) &= P(y^* \leq \alpha_1|X) = P(X\beta + \varepsilon \leq \alpha_1|X) \\
 &= P(\varepsilon \leq \alpha_1 - X\beta|X) = \Phi(\alpha_1 - X\beta) \\
 P(y = 1|X) &= P(\alpha_1 \leq y^* \leq \alpha_2|X) = P(\alpha_1 \leq X\beta + \varepsilon \leq \alpha_2|X) \\
 &= \Phi(\alpha_2 - X\beta) - \Phi(\alpha_1 - X\beta) \\
 &\quad \vdots \\
 P(y = J|X) &= P(y^* > \alpha_J|X) = 1 - \Phi(\alpha_J - X\beta)
 \end{aligned}$$

em que  $\Phi$  é a função cumulativa de probabilidade. A soma das probabilidades é 1. No caso de  $J = 1$  temos o probit padrão, ou dicotômico.

Os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  são estimados via máxima verossimilhança.<sup>20</sup> Os resultados obtidos são apresentados nas Tabelas 5 e 6,<sup>21</sup> respectivamente. Todos os pressupostos necessários para a implementação da técnica de regressão *probit ordenada* são cumpridos para os modelos propostos. Os erros são não autocorrelacionados, não apresentam correlação com as variáveis explicativas e apresentam valores esperados iguais à zero. O problema de multicolineariedade é minimizado por dois motivos: o tamanho da amostra e principalmente o uso da análise fatorial para definição das variáveis independentes, que são padronizadas com média zero e desvio-padrão igual a um (Hair 2005; Johnson e Wichern 1998). Para contornar o problema da possível heteroscedasticidade presente neste tipo de regressão utilizam-se as probabilidades marginais.<sup>22</sup>

A estatística de razão de verossimilhança (LR)<sup>23</sup> é rejeitada ao nível de significância de 1% em todos os modelos, ou seja, a hipótese de que todos os coeficientes de inclinação estimados são estatisticamente diferentes de zero não é aceita para nenhum dos casos. O nível de ajustamento do modelo verificado pelo  $R^2$  de McFadden<sup>24</sup> e a classificação baseada na probabilidade esperada, sugerem que as variáveis empregadas no trabalho elevam a capacidade de predição da probabilidade de inovar, e principalmente, por tipo de inovação.

<sup>20</sup> Para uma discussão mais detalhada remeter a Greene (2000).

<sup>21</sup> Estes modelos foram robustos a todos os testes de diagnósticos aplicados.

<sup>22</sup> Dentre as possíveis opções para cálculo do efeito marginal presentes na literatura, optou-se pelo cálculo da probabilidade marginal no ponto médio. Em todos os casos o coeficiente de variação esteve abaixo de 25%, indicando probabilidades marginais homogêneas, sendo assim a média uma boa medida de representatividade. Alternativamente, mediu-se a probabilidade marginal no ponto zero, ou a partir dos valores mínimos observados. As mesmas conclusões em termos de homoscedasticidade podem ser adotadas.

<sup>23</sup> A estatística LR testa conjuntamente a hipótese nula que todos os coeficientes (exceto a constante) são iguais a zero. Testa, portanto a significância global do modelo. A distribuição é uma qui-quadrado e os graus de liberdades estão entre parênteses.

<sup>24</sup> Como o nome sugere o pseudo  $R^2$  é uma analogia ao  $R^2$  reportado nos modelos de regressão linear.

### 6.1. *Determinantes do desempenho das inovadoras em produtos*

O primeiro modelo probit ordenado é implementado para a variável dependente relacionada à introdução de inovações em produtos. Neste caso a variável dependente assume valor 1 se as empresas introduziram produtos novos para o mercado nacional/internacional, 0,5 se as empresas introduziram produtos novos apenas para as empresas e 0 caso não introduziram nenhuma destas inovações, enquanto os *scores* dos fatores identificados no Quadro 2 assumem o lugar das variáveis independentes. Com base nos dados calculados (Tabela 5), pode-se verificar que todos os coeficientes relacionados aos fatores são estatisticamente significantes, com exceção, do relacionado ao “Fator de Cooperação” e ao “Fator de Interação com C&T”.<sup>25</sup> Os sinais destes coeficientes são positivos, ou seja, validam a idéia de uma influência positiva das dimensões captadas para a introdução de inovações em produtos. Cabe ainda destacar que o modelo acerta 56,80%, no geral, resultando melhor que o método racional (no qual a escolha da opção não-inovar resultaria em um acerto<sup>26</sup> de 38,72%) e do método ingênuo no qual a escolha aleatória de um dos grupos de inovação resultaria em um acerto de 33,33%.

Ressalta-se que as probabilidades marginais foram calculadas para dois pontos. O primeiro ponto refere-se ao indivíduo médio da amostra (média na Tabela 2), ou seja, diz respeito às empresas que realizam os processos em questão (possuem os valores dos fatores/indicadores) num valor referente à média da amostra em questão. Esta análise permite identificar os efeitos relacionados à variação da intensidade dos processos em questão em empresas que já realizam estes processos. O segundo ponto refere-se às probabilidades marginais (zero na Tabela 2) obtidas nos valores mínimos, ou seja, refere-se às empresas que não (ou pouco) realizam os processos verificados – empresas não apresentam a característica medida pelo fator ou apresentam o menor valor para o atributo (no caso de todas que tiverem tal característica). Para este conjunto, verificam-se quais os efeitos marginais ocasionados no desempenho inovativo (relacionado à inovação em produtos) nas empresas que não (ou pouco) realizavam os processos de esforço tecnológico e de aprendizagem e cooperação, mas passam a realizá-los.

Com base nas probabilidades marginais para o ponto médio, nota-se que o “Fator P&D e Máquinas e Equipamentos” é o que mais influencia na capacidade das empresas introduzirem inovações em produtos. O aumento de uma unidade neste fator reduz a probabilidade das empresas não inovarem em produtos em 19,33%; aumenta a probabilidade de estas empresas introduzirem produtos novos para elas, mas já existentes nos mercados em 5,24% e; aumenta a probabilidade das empresas em introduzirem produtos novos para o mercado nacional / internacional em 14,09%. O “Fator Atualização Organizacional e

<sup>25</sup> Que por não serem significantes foram retirados do modelo final apresentado no trabalho.

<sup>26</sup> Ver Tabela 3 na Seção 4.

Esforço Pré-Inovativo” é o segundo que mais influência a probabilidade das empresas inovarem em produtos, sendo que o aumento de uma unidade neste fator reduz a probabilidade das empresas não inovarem em 12%, aumenta a probabilidade de introduzirem produtos novos para as empresas em 3,25% e, aumenta a probabilidade das empresas introduzirem produtos novos no mercado nacional/internacional em 8,75%.

Os demais fatores relacionados ao esforço inovativo (“Fator Treinamento e Absorção de RH” e “Fator Aprendizagem interna”) também influenciam positivamente a probabilidade das empresas inovarem, porém numa escala mais reduzidas dos dois fatores destacados anteriormente. Em relação aos fatores que captam as dimensões relacionadas à aprendizagem e cooperação, nota-se como já destacado, que o “Fator Cooperação” e o “Fator Interação com C&T” não foram estatisticamente significativos na análise. Em contrapartida verifica-se que o aumento de uma unidade no “Fator Aprendizagem com Agentes Produtivos” reduz a probabilidade das empresas não inovarem em produtos em 3,91%, aumenta a probabilidade da introdução de produtos novos para as empresas em 1,06% e; aumenta a probabilidade das empresas introduzirem produtos novos para o mercado nacional/internacional em 2,85%. O aumento de uma unidade no “Fator Aprendizagem Externa com Demais Fontes” reduz a probabilidade das empresas não inovarem em 3,13%; aumenta a de introduzirem produtos novos para as empresas em 0,85% e; de introduzirem produtos novos para os mercados nacionais/internacionais em 2,28%.

No caso das probabilidades marginais calculadas no ponto referente às empresas que não desenvolvem os processos analisados, os resultados são similares aos apresentados anteriormente, em termos de hierarquia de influência dos fatores na probabilidade das empresas inovarem em produtos. Novamente o “Fator P&D e Máquinas e Equipamentos” é o que mais influência na capacidade das empresas inovarem em produtos, sendo que o aumento de uma unidade neste fator reduz a probabilidade das empresas não inovarem em produtos em 15,22%, aumenta a probabilidade das empresas introduzirem produtos novos para elas em 1,48% e, de introduzirem produtos novos para os mercados nacional/internacional em 13,74%.

A análise comparativa da probabilidade marginal nos dois pontos destacados revela que estas são superiores em todos os fatores para o ponto médio da amostra, comparativamente ao ponto zero. Este fato revela a importância da cumulatividade dos processos em questão. Empresas que já desenvolvem esforços inovativos e estratégias relacionadas à aprendizagem interativa possuem uma probabilidade marginal superior de introduzirem produtos novos para as empresas e produtos novos para o mercado nacional/internacional, comparativamente as empresas que não possuem cumulatividade nestes processos, ou seja, as empresas que não realizavam esforços inovativos nem estratégias relacionadas à aprendizagem interativa. Ainda em relação a este primeiro modelo, ressalta-se a influência (mesmo que reduzida), dos processos de aprendizagem externa na probabilidade das empresas introduzirem

inovações em produtos, demonstrando a relevância do desenvolvimento de ações interativas para este tipo de inovação. Porém, ressalta-se que os fatores relacionados à cooperação e à interação com C&T não foram significantes no modelo em questão, sendo que em relação a estes processos nada se pode afirmar, com base no modelo estipulado.

## 6.2. Determinantes do desempenho das inovadoras em processos

O segundo modelo *probit ordenado* (Tabela 6), utiliza como variável dependente a introdução de inovações em processos, ou seja, está variável assume o valor 1 se a empresa introduziu processos novos para o setor de atuação, 0,5 se a empresa introduziu processos novos para a empresa, mas já existentes no setor e 0 caso ela não tenha introduzido inovações em processos, já as variáveis independentes referem-se aos fatores identificados no Quadro 2. Nota-se que o acerto geral deste modelo é maior que o anteriormente empregado<sup>27</sup> (60,53%). Porém, destaca-se que este modelo também apresenta dois fatores que não foram significantes na análise: “Fator aprendizagem com Agentes Produtivos” e “Fator Aprendizagem Externa com Demais Fontes”. Outro ponto que chama a atenção neste modelo, refere-se aos coeficientes negativos em relação ao “Fator Cooperação”<sup>28</sup> e ao “Fator Interação com C&T”,<sup>29</sup> o que contradiz a teoria existente sobre o assunto.

Para este modelo, também foram calculadas as probabilidades marginais nos dois pontos anteriormente destacados. Em relação ao ponto médio, verifica-se que de forma similar ao modelo implementado para a inovação em produtos, o “Fator P&D e Máquinas e Equipamento” é o que mais influência na capacidade das empresas inovarem em processos. Um aumento de uma unidade neste fator reduz a probabilidade das empresas não introduzirem processos novos em 22,77%, aumenta a probabilidade das empresas introduzirem processos novos para elas em 11,70% e de introduzirem processos novos para o setor de atuação em 11,07%. O “Fator Atualização Organizacional e Esforço Pré-Inovativo”<sup>30</sup> é

<sup>27</sup> Também superior ao método racional (no qual a escolha da opção não-inovar resultaria em um acerto de 54,8%) e do método ingênuo.

<sup>28</sup> O valor negativo do coeficiente relacionado ao “Fator Cooperação” e em consequência as probabilidades marginais negativas destes processos cooperativos influenciarem positivamente a introdução de inovação em processos é um fato que chama atenção. Esta característica identificada neste modelo gera uma série de dúvidas em relação ao comportamento cooperativo das empresas da amostra em questão, sendo que estudos futuros necessariamente terão que ser desenvolvidos para esclarecer este ponto.

<sup>29</sup> Em relação ao “Fator Interação com C&T” os resultados não são tão surpreendentes em função das características da amostra em questão, na qual predominam empresas de micro e pequeno porte. São muitas as análises que destacam a dificuldade deste segmento de empresas em desenvolverem processos interativos com Universidade e Centro de Pesquisa. Logo, em função deste fato, a influência deste fator para a inovação em processos não apresenta bons resultados.

<sup>30</sup> O aumento de uma unidade neste fator reduz a probabilidade das empresas não inovarem em processos em 20,25%, aumenta a probabilidade de elas introduzirem processos novos para as empresas mas já existentes em 10,41% e de introduzirem processos novos para o setor de atuação em 9,84%.



Tabela 5. Resultados do modelo probit ordenado a partir dos *scores* fatoriais obtidos para as empresas inovadoras em produtos

Probit ordenado				Efeitos Marginais					
Variável dependente: inovprod				Média		Zero			
Variáveis explicativas	Coef.	Std.err.	z	Média		Zero			
				Não inova para empresa	Produto novo para o mercado	Não inova para empresa	Produto novo para o mercado	Produto novo	Produto novo
Fator P&D e Máquinas e Equipamentos	0,5218 ***	0,0367	14,2200	-0,1933 ***	0,0524 ***	0,1409 ***	-0,1522 ***	0,0148 ***	0,1374 ***
Fator Treinamento e Absorção de RH	0,2330 ***	0,0365	6,3800	-0,0863 ***	0,0234 ***	0,0629 ***	-0,0679 ***	0,0066 ***	0,0613 ***
Fator Aprendizagem Interna	0,1707 ***	0,0383	4,4500	-0,0632 ***	0,0171 **	0,0461 ***	-0,0498 ***	0,0048 **	0,0450 ***
Fator Atualização Organizacional e Esforço Pré-Inovativo	0,3240 ***	0,0360	9,0000	-0,1200 ***	0,0325 ***	0,0875 ***	-0,0945 ***	0,0092 ***	0,0853 ***
Fator Aprendizagem com Agentes Produtivos	0,1054 ***	0,0406	2,6000	-0,0391 ***	0,0106 *	0,0285 ***	-0,0307 ***	0,0030 *	0,0278 ***
Fator Aprendizado Externa com Demais Fontes	0,0844 **	0,0370	2,2800	-0,0313 **	0,0085 *	0,0228 **	-0,0246 **	0,0024 *	0,0222 **
Ponto de Corte 1	-0,3851	0,0404		Ajuste do Modelo					
Ponto de Corte 2	0,8832	0,0452		<i>Log likelihood:</i>		-1081,767	AIC: 2179,5340		Pseudo R2: 0,1673
				LR <i>chi</i> 2(6):		434,680 ***	BIC: 2220,2950		% Acerto: 0,5680

\*Significativo a 10%. \*\* Significativo a 5%, e \*\*\* Significativo a 1%.  
 Fonte: Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais no Brasil (2004) e do Projeto de Expansão da RedeSist (2004).  
 Elaboração própria.

Tabela 6. Resultados do modelo probit ordenado a partir dos *scores* fatoriais obtidos para as empresas inovadoras em processos

Probit ordenado				Efeitos Marginais					
Variável dependente: inovprod				Média		Zero			
Variáveis explicativas	Coef.	Std.err.	Z	Não inova para empresa	Produto novo para o mercado	Produto novo para empresa	Não inova para empresa	Produto novo para o mercado	Produto novo para o mercado
Fator P&D e Máquinas e Equipamentos	0,5740 ***	0,0391	14,6700	-0,2277 ***	0,1170 ***	0,1107 ***	-0,1836 ***	0,0589 ***	0,1247 ***
Fator Treinamento e Absorção de RH	0,2607 ***	0,0370	7,0400	-0,1034 ***	0,0531 ***	0,0503 ***	-0,0834 ***	0,0268 ***	0,0566 ***
Fator Aprendizagem Interna	0,0609 *	0,0367	1,6600	-0,0242 *	0,0124 *	0,0118 *	-0,0195 *	0,0063 *	0,0132 *
Fator Atualização Organizacional e Esforço Pré-Inovativo	0,5106 ***	0,0372	13,7200	-0,2025 ***	0,1041 ***	0,0984 ***	-0,1633 ***	0,0524 ***	0,1109 ***
Fator Cooperação	-0,1148 ***	0,0366	-3,1300	0,0456 ***	-0,0234 ***	-0,0221 ***	0,0367 ***	-0,0118 ***	-0,0249 ***
Fator Interação com C&T	-0,1050 ***	0,0380	-2,7600	0,0416 ***	-0,0214 ***	-0,0202 ***	0,0336 ***	-0,0108 ***	-0,0228 ***
Ponto de Corte 1	0,1080	0,0395				Ajuste do Modelo			
Ponto de Corte 2	1,2061	0,0509							
				<i>Log likelihood:</i>	-979,1115	AIC: 1974,2230		Pseudo R2:	0,177
				LR <i>chi</i> 2(6):	421,1100 ***	BIC: 2014,9830		% Acerto:	0,6053

\*Significativo a 10%. \*\* Significativo a 5%. e \*\*\* Significativo a 1%.  
 Fonte: Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais no Brasil (2004) e do Projeto de Expansão da RedeSist (2004).  
 Elaboração própria.

o segundo fator que mais influência na probabilidade das empresas inovarem em processos, seguido pelo “Fator Treinamento e Absorção de RH” (reduz a probabilidade de não inovar em 10,34%, aumenta a probabilidade de introduzir processos novos para empresa em 5,31% e de introduzir processos novos para o setor em 5,03%) e, pelo “Fator Aprendizagem Interna”.

A análise das probabilidades marginais no ponto zero (0) demonstra que novamente o “Fator P&D e Máquinas e Equipamentos” é o que mais influência na probabilidade das empresas inovarem em processos, reduzindo a probabilidade delas não inovarem neste quesito em 18,36% e aumentando a probabilidade das empresas introduzirem processos novos para elas em 5,89% e processos novos para o setor em 12,47%. Nota-se em relação ao ponto zero (0) uma hierarquia similar ao ponto médio, dos diversos fatores analisados e de suas influências na introdução de processos novos, sejam para a empresa, sejam para o setor de atuação. Uma questão que chama a atenção em relação às probabilidades marginais do ponto zero (0) é que estas são superiores as do ponto médios, quando estas se referem a introdução de processos novos para o setor de atuação. Este fato reflete que a cumulatividade na realização dos esforços inovativos e das estratégias de aprendizagem externa e cooperação é praticamente insignificante para as empresas que pretendem introduzir processos novos para o setor de atuação.

Percebe-se, portanto, que apesar deste modelo apresentar o maior percentual de acerto, ele também possui dois fatores que não foram significantes, além de sinais negativos nos coeficientes do “Fator Cooperação” e do “Fator Interação com C&T”. Novamente o “Fator P&D e Máquinas e Equipamentos” é o que mais influencia a probabilidade de introdução de inovações em processos. Comparativamente ao modelo anterior, verifica-se que a importância da cumulatividade na realização dos esforços inovativos e das estratégias de aprendizagem externa e cooperação, praticamente não influencia na introdução de inovações em processos.

## 7. Considerações Finais

A análise desenvolvida neste trabalho procurou identificar as dimensões que influenciam a introdução de inovações por empresas inseridas em aglomerações produtivas e atuando numa gama variada de atividades econômicas. Um avanço realizado na análise, consiste em que os modelos implementados vão além da condição dicotômica (innovar ou não inovar) geralmente utilizada nos estudos sobre o tema, identificando o efeito dos fatores para graus distintos de inovatividade (novidade para empresas ou novidade para o mercado/setor), tanto em produtos quanto em processos, fato este muito mais próximo a realidade das empresas e da estrutura produtiva brasileira. Como pode ser observado na análise dos modelos *probit ordenados* empregados, um maior efeito sobre a probabilidade de inovar – seja em produtos ou em processos – é

ocasionado pelo esforço inovativo relacionado à realização de atividade de P&D e aquisição de máquinas e equipamentos. Nota-se que a aprendizagem interna também contribui para o aumento da probabilidade em inovar nos dois modelos aplicados, o que é consistente com a literatura. Fato semelhante ocorre com os demais fatores relacionados ao esforço inovativo, tanto o fator que capta as estratégias relacionadas a capacitação de RH, quanto o que verifica os esforços de atualização organizacional e pré-inovativo influenciam positivamente a probabilidade das empresas introduzirem inovações em produtos e processos.

O efeito da aprendizagem com agentes produtivos e da aprendizagem com demais fontes é positivo apenas para o caso das inovações em produtos. Destaca-se, porém, que as relações de cooperação e a interação com C&T não influenciaram o modelo relacionado a inovações em produtos e no caso das inovações em processos os efeitos foram negativos. Esta evidência merece uma análise mais detalhada no futuro, de modo a verificar se tal característica é específica da amostra em questão ou pode ser estendida para as demais empresas que atuam em atividades similares àquelas estudadas. Portanto, uma análise comparativa com os microdados da PINTEC pode esclarecer este ponto.

Destaca-se também que o efeito da cumulatividade na realização dos processos de esforço tecnológico e de aprendizagem externa e cooperação é visível apenas no caso das inovadoras em produtos. Para esta categoria empresas que já desenvolvem esforços inovativos e estratégias relacionadas à aprendizagem interativa possuem uma probabilidade marginal superior de introduzirem produtos novos para as empresas e produtos novos para o mercado nacional/internacional, comparativamente as empresas que não possuem cumulatividade nestes processos, ou seja, as empresas que não realizavam esforços inovativos nem estratégias relacionadas à aprendizagem interativa. Em contrapartida, quando analisamos a introdução de inovações em processos cumulatividade na realização dos esforços inovativos e das estratégias de aprendizagem externa e cooperação é praticamente insignificante para as empresas.

Por fim, cabe salientar que, de forma geral, os indicadores utilizados neste trabalho mostraram-se adequados para a análise em questão, refletindo a influência das relações interativas para a introdução de inovações. Nota-se que as relações interativas são mais relevantes para a introdução de inovações em produtos, *vis-à-vis* a introdução de inovações em processos. Em relação aos desdobramentos futuros, uma análise comparativa dos resultados obtidos para este conjunto de empresas e aqueles obtidos por empresas inseridas em setores com características distintas pode contribuir para identificar a influência das dimensões estudadas para o desempenho inovativo das firmas brasileiras.

## Referências bibliográficas

- Araújo, R. D. (2004). Esforço inovador das firmas industriais brasileiras e efeitos transbordamento. In *Anais do Encontro Nacional de Economia*, Fortaleza. ANPEC.
- Britto, J. (2003). Relevância de pequenas e médias empresas em arranjos produtivos na indústria brasileira: Uma análise exploratória. In Lastres, H. M. M., Cassiolato, J. E., & Maciel, M. L., editors, *Pequena Empresa: Cooperação e Desenvolvimento Local*. Relume Dumará, Rio de Janeiro.
- Campos, R. R., Cario, S. A. F., Nicolau, J. A., & Vargas, G. (2003). Aprendizagem por interação: Pequenas empresas em sistemas produtivos e inovativos locais. In Lastres, H. M. M., Cassiolato, J. E., & Maciel, M. L., editors, *Pequena Empresa: Cooperação e Desenvolvimento Local*. Relume Dumará, Rio de Janeiro.
- Cassiolato, J. E., Britto, J., & Vargas, M. A. (2005). Arranjos cooperativos e inovação na indústria brasileira. In De Negri, J. A. & Salermo, M. S., editors, *Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras*, chapter 13, pages 511–576. IPEA, Brasília.
- Cassiolato, J. E., Campos, R., & Stallivieri, F. (2007). Processos de aprendizagem, cooperação e inovação em setores tradicionais: Os arranjos produtivos locais de confecções no Brasil. *EconomiA*, 8(3):477–502.
- Cohen, W. M. & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1):128–152.
- De Negri, J. A. & Salermo, M. S. (2005). *Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras*. IPEA, Brasília.
- Freeman, C. (1998). The ‘national system of innovation’ in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19.
- Giuliani, E. & Bell, M. (2005). The micro-determinants of meso-level learning and innovation: Evidence from a Chilean wine cluster. *Research Policy*, 34:47–68.
- Gonçalves, E., Lemos, M. B., & De Negri, J. A. (2005). Determinantes do esforço inovativo no Brasil. In *Anais do Encontro Nacional de Economia*, Natal. ANPEC.
- Greene, W. H. (2000). *Econometric Analysis*. Prentice Hall, New Jersey.
- Hair, J. F. (2005). *Análise Multivariada de Dados*. Bookman, Porto Alegre.
- Imai, K. & Baba, Y. (1989). Systemic innovation and cross-border networks. In *Paper Prepared for the International Seminar on the Contributions of Science and Technology to Economic Growth*, Paris. OECD.
- Johnson, B. & Lundvall, B. A. (1994). The learning economy. *Journal of Industry Studies*, 1(2):23–42.
- Johnson, R. A. & Wichern, D. W. (1998). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, 4<sup>th</sup> edition.
- Kline, S. J. & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. In Landau, R. & Rosenberg, N., editors, *The Positive Sum Strategy*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Lundvall, B. & Johnson, B. (1992). Closing the institutional gap? *Revue d'Economie Industrielle*, 59.
- Lundvall, B. A. (1992). *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter, Londres.
- Malerba, F. & Orsenigo, L. (1997). Technological regimes and sectoral patterns of

- innovative activities. *Industrial and Corporate Change*, 6(1):83–117.
- Nelson, R. R. & Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press, Cambridge.
- Nelson, R. R. & Winter, S. G. (2002). Evolutionary theorizing in economics. *Journal of Economic Perspectives*, 16(2):23–46.
- Rothwell, R. (1992). Successful industrial innovation: Critical factors for the 1990s. *R&D*, 22(3).
- Stallivieri, F. (2004). Dinâmica econômica e a inserção de micro e pequenas empresas em arranjos produtivos locais: O caso da eletrometal-mecânica na microrregião de Joinville/SC. Master's thesis, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC.
- Stallivieri, F., Britto, J., & Campos, R. (2007). Capacitações tecnológicas de micro e pequenas empresas inseridas em redes técnico-produtivas: O caso da eletrometal-mecânica em Joinville. *Revista de Economia Contemporânea*, 11(3):439–474.
- Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. The MIT Press, Massachusetts.

**Apêndice A. Anexo Estatístico**

Tabela A.1

Matriz de carga fatorial dos indicadores nos respectivos fatores e variância explicada após a rotação ortogonal dos eixos – Subconjunto esforço inovativo ( $N = 1.206$ )

Indicadores	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
CONSP&D	0,8927	0,1321	0,0394	0,3136
CONSNVTEC	0,8412	0,1717	0,0412	0,3936
CONSEFPREINOV	0,2065	0,3132	0,0563	0,7778
CONSATORG	0,2161	0,1905	0,2092	0,8043
ESFTREERH	0,1439	0,8084	0,2183	0,2766
ESFABSRH	0,2582	0,8451	0,0247	0,2169
APRINTP&D	0,7692	0,2708	0,2961	-0,0467
APRINTDEMFONT	0,1605	0,1451	0,9366	0,1861
Explicação da variância	0,287	0,205	0,133	0,208

Fonte: Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais no Brasil (2004) e do Projeto de Expansão da RedeSist (2004).  
Elaboração própria.

Tabela A.2

Matriz de carga fatorial dos indicadores nos respectivos fatores e variância explicada após a rotação ortogonal dos eixos – Subconjunto aprendizagem externa e cooperação ( $N = 1.206$ )

Indicadores	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
APREXVER	0,085	0,901	0,026	0,19
APREXHOR	0,135	0,909	0,077	0,128
APREXC&T	0,066	0,097	0,823	0,37
APREXSERESP	0,194	0,101	0,274	0,828
APREXDEMAG	0,217	0,343	0,083	0,713
COOPVER	0,734	0,108	0,292	0,156
COOPHOR	0,768	0,268	0,079	-0,072
COOPINSTC&T	0,373	0,027	0,835	0,022
COOPSERESP	0,69	-0,043	0,299	0,306
COOPDMAG	0,746	0,035	0,015	0,337
Explicação da variância	0,242	0,186	0,164	0,162

Fonte: Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais no Brasil (2004) e do Projeto de Expansão da RedeSist (2004).  
Elaboração própria.

Tabela A.3  
Matriz de coeficientes fatoriais utilizado para a extração dos *scores* fatoriais – Subconjunto esforço inovativo ( $N = 1.206$ )

Indicadores	Fator P&D e máquinas e equipamentos	Fator treinamento e absorção de RH	Fator aprendizagem interna	Fator atualização organizacional e esforço pré-inovativo
	CONSP&D	0,478	-0,161	-0,143
CONSNVTEC	0,415	-0,144	-0,152	0,101
CONSEFPREINOV	-0,140	-0,037	-0,127	0,610
CONSATORG	-0,139	-0,197	0,067	0,660
ESFTRERH	-0,158	0,622	0,045	-0,094
ESFABSRH	-0,047	0,695	-0,193	-0,174
APRINTP&D	0,434	0,087	0,193	-0,400
APRINTDEMFONT	-0,098	-0,131	1,007	-0,036

Fonte: Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais no Brasil (2004) e do Projeto de Expansão da RedeSist (2004). Elaboração própria.

Tabela A.4  
Matriz de coeficientes fatoriais utilizada para a extração dos *scores* fatoriais – Subconjunto aprendizagem externa e cooperação ( $N = 1.206$ )

Indicadores	Fator cooperação	Fator aprendizagem	Fator interação	Fator aprendido
	agentes produtivos	agentes produtivos	com C&T	externa com demais fontes
APREXVER	-0,070	0,525	-0,016	-0,046
APREXHOR	-0,041	0,541	0,035	-0,131
APREXC&T	-0,237	0,006	0,600	0,077
APREXSERESP	-0,113	-0,128	-0,045	0,646
APREXDEMAG	-0,052	0,042	-0,174	0,533
COOPVER	0,331	-0,018	0,036	-0,098
COOPHOR	0,431	0,123	-0,084	-0,294
COOPINSTC&T	0,015	0,014	0,634	-0,298
COOPSERESP	0,288	-0,145	0,003	0,084
COOPDMAG	0,378	-0,118	-0,264	0,168

Fonte: Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais no Brasil (2004) e do Projeto de Expansão da RedeSist (2004). Elaboração própria.