

COMPETIÇÃO E INOVAÇÃO NO BRASIL: LIÇÕES PARA POLÍTICA PÚBLICA

Mauricio Canêdo-Pinheiro
FGV/EPGE e UERJ

Filipe Lage de Souza
BNDES

1. Introdução

O diagnóstico consensual é de que o atraso mais importante do Brasil em termos de inovação diz respeito ao investimento privado nesta atividade. À luz deste diagnóstico, boa parte do esforço recente do governo brasileiro foi voltado declarada e deliberadamente para o incremento da inovação no âmbito das empresas. Foi substancial a elevação dos gastos do governo com incentivos fiscais, financiamento à P&D e ao apoio de outras atividades de inovação feitas pelas empresas. Ademais, foram criados vários mecanismos de fomento à inovação (Lei de Inovação, Lei do Bem, Inova Empresa, Embrapii, entre outros) [Canêdo-Pinheiro & Figueiredo (2017)]. A título de ilustração, no ano 2000 aproximadamente 5,3% das empresas industriais brasileiras eram contempladas por políticas de apoio à inovação, em 2014 as políticas atingiam 14,6% destas empresas. Entretanto, os resultados, em termos do incremento do esforço inovativo das empresas, se mostraram muito aquém do esperado. Afinal, o que deu errado?

Dadas as externalidades associadas à inovação, são plenamente justificadas políticas públicas de apoio a esta atividade, em particular políticas voltadas para redução do custo e do risco da inovação. No entanto, é preciso também fazer com que aumente entre as empresas a percepção da necessidade de se inovar. Ou seja, é preciso tornar a inovação um imperativo para os agentes privados. Nesse sentido, o Brasil ainda é um país bastante fechado ao comércio internacional. Além disso, várias políticas industriais adotadas recentemente implicam maior proteção do mercado doméstico. A proteção excessiva e por tempo indeterminado pode reduzir os incentivos para investimento em inovação. E as evidências empíricas confirmam esse entendimento, indicando que uma das principais alavancas do investimento em inovação é a pressão competitiva exercida pelos concorrentes, sejam eles domésticos ou de outros países.

Para ser mais preciso, há evidências de que a relação entre inovação e concorrência assume a forma de U invertido [Aghion *et alli* (2005)]. Basicamente, há duas forças em jogo. O poder de mercado aumenta os incentivos para inovação, pois incrementa a renda capturada pelas empresas que forem bem-sucedidas nos seus esforços em inovar. No entanto, também tem um efeito negativo, na medida que diminui os incentivos para inovar de modo a escapar da concorrência dos rivais.

[Falar de políticas de inovação e competição]

Desse modo, pretende-se responder a duas questões de pesquisa:

1ª QUESTÃO: Qual a relação entre inovação e concorrência no Brasil? Confirma-se o formato de U invertido encontrado em outros países? Mais competição aumentaria ou reduziria os incentivos para inovar?

2ª QUESTÃO: Em que medida a debilidade da competição explica os fracos resultados do esforço recente do governo no apoio à inovação nas empresas

brasileiras? Quão melhores seriam estes resultados em um ambiente com mais concorrência?

[Falar que há pouca literatura sobre o tema para países em desenvolvimento]

[Falar que vamos usar medidas de inovação mais apropriadas para países em desenvolvimento, nos quais as empresas têm atividade pequena de P&D]

[Falar que vamos usar uma medida de competição mais apropriada do que se costuma usar na literatura]

Sendo assim, a seção 3 sistematiza e organiza a literatura teórica e empírica sobre a relação entre competição, inovação e custos para inovar. Para tanto, é desenvolvido um modelo simplificado que explora a relação entre essas variáveis de interesse. Por sua vez, a seção 4 descreve a abordagem metodológica – modelos econométricos e bases de dados – que será usada para responder as perguntas de pesquisa propostas neste artigo. A seção 5 apresenta e discute os resultados encontrados. Por fim, a seção 6 faz breves considerações finais e analisa os resultados em termos de lições para política pública.

2. Alguns Conceitos

Antes de seguir, convém definir mais precisamente o que se entende por inovação. Segundo o Manual de Oslo, inovação é a *“implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas”*. Inovação tecnológica, tema deste capítulo, compreende apenas inovações de produto ou de processo.

Também convém definir o conceito de atividade inovativa. De acordo com o *Manual de Oslo* [tradução livre], atividades de inovação são *“todos os passos científicos, organizacionais, financeiros e comerciais que de fato resultaram, ou tinham a intenção de resultar, a implementação de inovações. Algumas atividades de inovação são elas mesmas inovativas, outras não o são, mas são necessárias para a implementação das inovações”*.

Muitas vezes as atividades inovativas são confundidas ou reduzidas às atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e geração de patentes. Entretanto, a ênfase em relacionar inovação à P&D é alvo de ampla crítica na literatura, principalmente porque os dados de P&D apresentam apenas (parte dos) insumos para a inovação, mas nenhum produto [Kleinknecht & Mohnen (2002)]. Ademais, patentes são prevalentes apenas em alguns setores industriais de países tecnologicamente avançados.

Para empresas originárias de economias emergentes é rara a incidência de laboratórios de P&D, ainda que atividades inovadoras sejam realizadas [Bell & Figueiredo (2012)]. Nessas economias grande parte das atividades inovadoras não se originam de P&D, tampouco se relacionam a atividades patentárias. De fato, ao longo das últimas décadas, grande parte das inovações mais importantes, mesmo nos países desenvolvidos, tiveram origem em recombinações de tecnologias existentes. Essas recombinações foram realizadas por engenheiros e técnicos especializados em áreas diversas que não o laboratório de P&D, inclusive no chão de fábrica. Em muitos casos, essas atividades de inovação menos

sofisticadas podem ser um ponto de partida para avanços na direção de atividades de P&D de classe mundial.

E no Brasil não é diferente: coexistem poucas empresas inovadoras mais intensivas em atividades sofisticadas de P&D e outras, mais numerosas, que inovam pela transformação de tecnologias já existentes em novos produtos.

No entanto, o fato de que inovação tem impacto positivo importante na produtividade das empresas não justifica, por si só, a existência de políticas públicas de fomento a esta atividade. Mas, como em muitas circunstâncias as externalidades impedem as empresas de se apropriarem completamente dos ganhos obtidos com a inovação, elas tendem a investir menos nesta atividade do que seria desejável do ponto de vista da sociedade. Sendo assim, há espaço para políticas públicas. Pesquisa em ciência de base é claramente um exemplo no qual é desejável a participação do governo. Também há espaço para externalidades e, portanto, para políticas públicas, com relação aos investimentos em inovação no âmbito das empresas. Este é o caso principalmente nos setores menos concentrados, em que os benefícios da inovação tendem a ser mais difusos [Rezende (2013)].

3. O Que Sabemos Sobre a Relação entre Inovação e Competição?

(A) Um Modelo Simples de Inovação e Competição

Até a década de noventa, boa parte dos modelos teóricos de organização industrial costumavam gerar como resultado uma relação negativa entre inovação e competição. Refletiam, portanto, a tradição *schumpeteriana* que preconiza que algum poder de mercado é necessário para criar incentivos para investimentos em inovação. No entanto, a evidência empírica parecia contradizer esta conclusão. Desse modo, avanços teóricos mais recentes caminharam na direção de compatibilizar a teoria com a evidência empírica sobre esse tema [Boone (2001), Aghion *et alli* (2005) e Vives (2008)]. Em especial, há evidências de que há uma relação de U invertido entre concorrência e inovação. Por um lado, mais competição reduziria a renda a ser capturada pelas empresas que são bem-sucedidas nos seus esforços em inovar, desestimulando o investimento nesta atividade. Por outro lado, mais competição aumentaria o incentivo para firmas inovarem de modo a escapar da concorrência de suas rivais.¹

Sendo assim, a seguir será descrito um modelo bastante simples que relaciona competição e inovação, inspirado no capítulo 3 de Aghion & Griffith (2005) e em Aghion & Howitt (2005).² Este modelo fornece uma série de hipóteses testáveis, muitas delas já exploradas na literatura. Nesse sentido, a novidade do modelo exposto é a introdução de custos para investimentos em atividades inovativas e barreiras à transformação desses investimentos em inovação de fato. Desse modo, é possível analisar a interação entre políticas de apoio à inovação (que reduzem esses custos e barreiras) e políticas que afetam a concorrência (em particular, políticas industriais que diminuem a competição).

Seja uma economia em que um único bem de consumo (y) é produzido de forma competitiva a partir de um contínuo de bens intermediários, indexados por

¹ Ver, por exemplo, Aghion & Griffith (2005), Schmutzler (2009), De Bondt & Vanderkerckove (2012) e Shapiro (2012) para resenhas e discussões sobre este tema.

² Trata-se de uma versão simplificada e em tempo discreto do modelo de Aghion *et alli* (2001).

$k \in [0,1]$, de acordo com a seguinte tecnologia que exhibe retornos constantes de escala:

$$y_t = \int_0^1 A_{kt}^{1-\alpha} x_{kt}^\alpha dk, \quad (1)$$

em que $t = 1, 2, \dots, T$ denota tempo, x é a quantidade de insumos intermediários e A é uma variável de produtividade, que mede a qualidade dos insumos. Note-se que a quantidade de trabalho é normalizada de tal modo que $L = 1$.

A economia doméstica toma a taxa de inovação no resto do mundo como exógena. Além disso, a fronteira tecnológica mundial evolui a uma taxa constante, de tal modo que a produtividade \bar{A}_t no final do período t satisfaz:

$$\bar{A}_t = \gamma \bar{A}_{t-1}, \quad (2)$$

com $\gamma > 1$.

Cada setor intermediário é monopolizado por uma empresa inovadora incumbente que produz uma versão do insumo k a um custo marginal constante de uma unidade do bem de consumo. Cada empresa maximiza o lucro de curto prazo e compete com uma franja de empresas imitadoras que podem produzir o mesmo insumo a um custo marginal constante χ , com $1 < \chi < 1/\alpha < \gamma\chi$, e com qualidade igual a $\min\{A_{kt}, \bar{A}_{t-1}\}$, em que A_{kt} é a produtividade atingida se uma inovação ocorre no setor k no período t . Perceba que χ é um indicador de competição no mercado: quanto menor o valor desse parâmetro maior a concorrência das empresas da franja. Como o bem de consumo é produzido sob competição perfeita, tem-se que:

$$p_{kt} = \frac{\partial y_t}{\partial x_{kt}} = \alpha \left(\frac{x_{kt}}{A_{kt}} \right)^{\alpha-1} = \chi. \quad (3)$$

De (3) tem-se que em equilíbrio:

$$x_{kt} = A_{kt} \left(\frac{\chi}{\alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha-1}}, \quad (4)$$

$$\pi_{kt} = (p_t - 1)x_{kt} = A_{kt} \underbrace{(\chi - 1) \left(\frac{\chi}{\alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha-1}}}_{\delta(\chi)}, \quad (5)$$

em que π indica lucro e as demais variáveis são definidas como antes. Note que, dada a hipótese de que $1/\alpha > \chi$, tem-se que $\delta(\chi)$ é crescente e côncavo em χ .³

As inovações no k -ésimo setor no início do período t resultam em uma versão melhorada do insumo intermediário correspondente. Em particular, uma inovação em t multiplica a produtividade A_{kt} pelo fator $\gamma > 1$. Inovações resultam de investimentos em atividades inovativas (R), que, por sua vez, a princípio determinam a probabilidade de inovação $\mu = F(R)$, com $F(0) = 0$, $F' \geq 0$ e $F'' \leq 0$.

³ Para mais detalhes ver Proposição 1 no Apêndice A.

Como $F(R)$ é uma função monótona, sem perda de generalidade o custo das atividades inovativas (c) pode ser definido em função de μ (e não de R):

$$c_{kt}(\mu) = \frac{1}{2}(1 + \phi)\mu^2\gamma A_{kt-1}, \quad (6)$$

em que $\phi > 0$ é um parâmetro que representa barreiras à realização de atividades inovativas. Quanto maior ϕ mais custoso é o investimento nessas atividades. Estas barreiras podem ser financeiras, associadas à restrição de crédito, mas também barreiras de conhecimento, organizacionais ou regulatórias [xxx].

Ademais, supõe-se que uma incumbente do setor k incorre em custo $c_{kt}(\mu)$ e tem probabilidade $(1 - \lambda)\mu$ de conseguir inovar. Note que $\lambda \in [0,1)$ é um parâmetro que mede a dificuldade de se transformar atividades inovativas em inovação de fato.⁴

Em cada período t há três tipos de setores, que serão denotados setores tipo j , com $j \in \{0,1,2\}$. Um setor tipo j começa o período t com produtividade $A_{kt-1} = \bar{A}_{t-1-j}$, ou seja, j níveis abaixo da fronteira tecnológica \bar{A}_{t-1} .

Empresas do tipo 2 começam o período t dois níveis abaixo da fronteira tecnológica ($A_{kt-1} = \bar{A}_{t-3}$) e, por hipótese, inovam automaticamente.⁵ Logo, não têm incentivo em investir em atividades inovativas:

$$\mu_2 = 0. \quad (7)$$

Empresas do tipo 1 começam o período t um nível abaixo da fronteira tecnológica: $A_{kt-1} = \bar{A}_{t-2}$. E terminam com produtividade $A_{kt} = \bar{A}_{t-1}$ se conseguem inovar e $A_{kt} = \bar{A}_{t-2}$, caso contrário. Nos dois casos a franja competitiva pode produzir insumos intermediários da mesma qualidade, mas a um custo maior. Sendo assim, de (5), o lucro adicional de empresas deste tipo caso inovem é $(\bar{A}_{t-1} - \bar{A}_{t-2})\delta(\chi)$, o que significa que elas irão escolher μ de modo a resolver:

$$\max_{\mu} \left\{ (1 - \lambda)\mu(\bar{A}_{t-1} - \bar{A}_{t-2})\delta(\chi) - \frac{1}{2}(1 + \phi)\mu^2\gamma\bar{A}_{t-2} \right\}. \quad (8)$$

A solução de (8) é:

$$\mu_1 = \frac{(1 - \lambda)}{(1 + \phi)} \left(1 - \frac{1}{\gamma} \right) \delta(\chi). \quad (9)$$

De (9) tem-se que:

$$\frac{\partial \mu_1}{\partial \chi} = \frac{\partial \delta(\chi)}{\partial \chi} \frac{(1 - \lambda)}{(1 + \phi)} \left(1 - \frac{1}{\gamma} \right) > 0, \quad (10)$$

$$\frac{\partial^2 \mu_1}{\partial \chi^2} = \frac{\partial^2 \delta(\chi)}{\partial \chi^2} \frac{(1 - \lambda)}{(1 + \phi)} \left(1 - \frac{1}{\gamma} \right) < 0. \quad (11)$$

⁴ Quando $\phi = \lambda = 0$ tem-se o modelo de Aghion & Griffith (2005).

⁵ Essa hipótese reflete a presença de externalidades geradas pelas empresas mais avançadas, que limitam a distância máxima de qualquer empresa com relação à fronteira tecnológica.

Ou seja, um aumento na competição (redução de χ) faz com que o incentivo para inovar seja reduzido para empresas do tipo 1. Trata-se do *efeito schumpeteriano* anteriormente mencionado: a competição reduz o incentivo para a investimento em atividades inovativas pela redução da renda associada à inovação.

Por sua vez, empresas do tipo 0 começam o período t sobre a fronteira tecnológica: $A_{kt-1} = \bar{A}_{t-1}$. Se conseguem inovar terminam com produtividade $A_{kt} = \bar{A}_t$ e, caso contrário, terminam com produtividade $A_{kt} = \bar{A}_{t-1}$. No primeiro caso a incumbente pode produzir um insumo intermediário que é γ vezes melhor do que o que a franja competitiva pode produzir. Logo, nesse caso a incumbente não está sujeita à competição da franja de empresas e pode, portanto, agir como um monopolista de fato e em equilíbrio auferir lucro $\bar{A}_t \delta(1/\alpha)$.⁶ No outro caso, a franja competitiva consegue produzir um insumo da mesma qualidade da incumbente, que em equilíbrio vai auferir lucro $\bar{A}_{t-1} \delta(\chi)$. Então, as empresas tipo 0 irão escolher μ de modo a resolver:

$$\max_{\mu} \left\{ (1 - \lambda) \mu [\bar{A}_t \delta(1/\alpha) - \bar{A}_{t-1} \delta(\chi)] - \frac{1}{2} (1 + \phi) \mu^2 \gamma \bar{A}_{t-1} \right\}. \quad (12)$$

A solução de (12) é:

$$\mu_0 = \frac{(1 - \lambda)}{(1 + \phi)} \left[\delta(1/\alpha) - \frac{\delta(\chi)}{\gamma} \right]. \quad (13)$$

De (13) tem-se que:

$$\frac{\partial \mu_0}{\partial \chi} = - \frac{\partial \delta(\chi)}{\partial \chi} \frac{(1 - \lambda)}{\gamma(1 + \phi)} < 0, \quad (14)$$

$$\frac{\partial^2 \mu_0}{\partial \chi^2} = - \frac{\partial^2 \delta(\chi)}{\partial \chi^2} \frac{(1 - \lambda)}{\gamma(1 + \phi)} > 0. \quad (15)$$

Note que para empresas do tipo 0 um incremento na competição (redução de χ) faz com que o incentivo para inovar seja aumentado. Isso ocorre porque caso tenha sucesso em inovar, a incumbente consegue evitar a concorrência da franja de empresas e assim obter lucros mais altos. Trata-se do que ficou conhecido como *efeito fuga da competição*.

No equilíbrio estacionário a probabilidade média de inovação ($\bar{\mu}$) é:

$$\bar{\mu} = q_0(1 - \lambda)\mu_0 + q_1(1 - \lambda)\mu_1 = (1 - \lambda)(q_0\mu_0 + q_1\mu_1), \quad (16)$$

em que q_j indica a fração das empresas do tipo j no estado estacionário.⁷

Para que em estado estacionário não haja uma fração trivial de empresas do tipo 0, supõe-se que a cada período, e com probabilidade exógena ϵ , uma empresa na

⁶ Para mais detalhes ver Proposição 2 no Apêndice A.

⁷ Lembre-se que $\mu_2 = 0$.

fronteira tecnológica (tipo 0) entra em um setor cuja incumbente é do tipo 2 (após esta última ter produzido). Nesse sentido, pode-se mostrar que, sob essa hipótese:

$$\bar{\mu} = 1 - \frac{1 + 2\epsilon}{1 + \frac{\epsilon}{1 - (1 - \lambda)\mu_0} + \frac{\epsilon}{1 - (1 - \lambda)\mu_1}}. \quad (17)$$

Note que:

$$\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} = \Theta \frac{\partial \delta(\chi)}{\partial \chi} \left\{ \frac{(\gamma - 1)}{[1 - (1 - \lambda)\mu_1]^2} - \frac{1}{[1 - (1 - \lambda)\mu_0]^2} \right\}. \quad (18)$$

$$\text{em que } \Theta \equiv \frac{\epsilon(1+2\epsilon)(1-\lambda)^2}{\gamma(1+\phi) \left[1 + \frac{\epsilon}{1-(1-\lambda)\mu_0} + \frac{\epsilon}{1-(1-\lambda)\mu_1} \right]^2} > 0.$$

Logo tem-se que, como $\Theta > 0$ e $\frac{\partial \delta(\chi)}{\partial \chi} > 0$, o sinal de (18) é o mesmo da expressão entre chaves:

$$\text{sign} \left\{ \frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} \right\} = \text{sign} \{ (\gamma - 1)[1 - (1 - \lambda)\mu_0]^2 - [1 - (1 - \lambda)\mu_1]^2 \}. \quad (19)$$

De (19) fica claro que o impacto da competição na taxa agregada de inovação é ambíguo. Particularmente, tem-se que o *efeito fuga da competição* domina ($\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} < 0$) se γ é suficientemente próximo da unidade e o *efeito schumpeteriano* domina ($\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} > 0$) se γ é suficientemente grande. Além disso, para valores intermediários de γ , o *efeito fuga da competição* domina se há pouca concorrência (χ perto de $1/\alpha$) e o *efeito schumpeteriano* domina quando há muita competição (χ perto de 1).⁸

Ou seja, pela composição dos dois efeitos a relação entre inovação e concorrência teria o formato de U invertido. Intuitivamente, por um lado, a níveis baixos de competição empresas tipo 1 têm muito incentivo para inovar e acabam se transformando em empresas tipo 0. Nesse caso, com o predomínio de empresas do tipo 0, o *efeito fuga da competição* tende a dominar, pois $\frac{\partial \mu_0}{\partial \chi} < 0$. Por outro lado, a níveis iniciais altos de competição, o incentivo para empresas do tipo 1 inovarem é muito baixo e elas acabam permanecendo nessa condição. Logo, com o predomínio de empresas tipo 1, o *efeito schumpeteriano* tende a dominar, pois $\frac{\partial \mu_1}{\partial \chi} > 0$.

A relação de U invertido entre competição e inovação é empiricamente confirmada por diversos artigos: Aghion *et alli* (2005) e Hashmi (2013) para o Reino Unido, Tingvall & Podahl (2006) para manufaturas e Tingvall & Karpaty (2011) para os serviços na Suécia, Aghion *et alli* (2008) para a África do Sul, Askenazy *et alli* (2008) para a França, Polder & Veldhuizen (2012) para a Holanda, Bos *et alli* (2013) para o setor financeiro norte-americano e Ambrozio & Souza (2017) para o Caribe.

⁸ Para mais detalhes ver

Resultados de experimentos também apontam na mesma direção [Aghion *et alli* (2014)].⁹

Especificamente para o Brasil, Pires-Alves & Rocha (2008), usando para dados da PINTEC de 2005, encontram uma relação de U invertido entre competição, medida pelo índice de concentração de Herfindahl-Hirschman (HHI), e inovação. O mesmo ocorre em Correia & Moita (2011), que investigam a relação entre gastos com P&D e concorrência, esta última medida pelo *mark-up* das empresas. No entanto, quando se leva em consideração a possível endogeneidade da medida de competição, essa relação perde significância estatística.

(B) Efetividade da Política de Apoio à Inovação e Competição

Outra relação interessante que pode ser derivada deste modelo, e que não é muito enfatizada na literatura, é a interação entre políticas de fomento à inovação e competição.¹⁰ Nesse sentido, no âmbito do modelo acima descrito essas políticas podem ser interpretadas como reduções de λ ou ϕ . Tome-se o exemplo de uma redução de ϕ (o argumento para λ é análogo). Não é difícil mostrar que o efeito no incentivo para investimento em atividades inovativas é positivo:

$$\frac{\partial \mu_1}{\partial \phi} = - \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) \delta(\chi) \frac{(1 - \lambda)}{(1 + \phi)^2} < 0, \quad (20)$$

$$\frac{\partial \mu_0}{\partial \phi} = - \frac{(1 - \lambda)}{(1 + \phi)^2} \left[\delta(1/\alpha) - \frac{\delta(\chi)}{\gamma} \right] < 0. \quad (21)$$

Além disso, como $\delta(1/\alpha) > \delta(\chi)$, tem-se que o efeito da política de fomento à inovação é maior para empresas mais próximas da fronteira tecnológica (tipo 0). Intuitivamente, isso ocorre porque o lucro adicional do investimento em atividades inovativas é maior para empresas deste tipo, o que as leva a responder mais vigorosamente a reduções nas barreiras à inovação.

Também é possível mostrar que, para as empresas do tipo 0, as políticas de fomento à inovação são potencializadas em ambientes mais competitivos (com χ menores). O contrário acontece para as empresas do tipo 1:

$$\frac{\partial^2 \mu_1}{\partial \phi \partial \chi} = \frac{\partial^2 \mu_1}{\partial \chi \partial \phi} = - \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) \frac{\partial \delta(\chi)}{\partial \chi} \frac{(1 - \lambda)}{(1 + \phi)^2} < 0, \quad (22)$$

$$\frac{\partial^2 \mu_0}{\partial \phi \partial \chi} = \frac{\partial^2 \mu_0}{\partial \chi \partial \phi} = \frac{(1 - \lambda)}{\gamma(1 + \phi)^2} \frac{\partial \delta(\chi)}{\partial \chi} > 0. \quad (23)$$

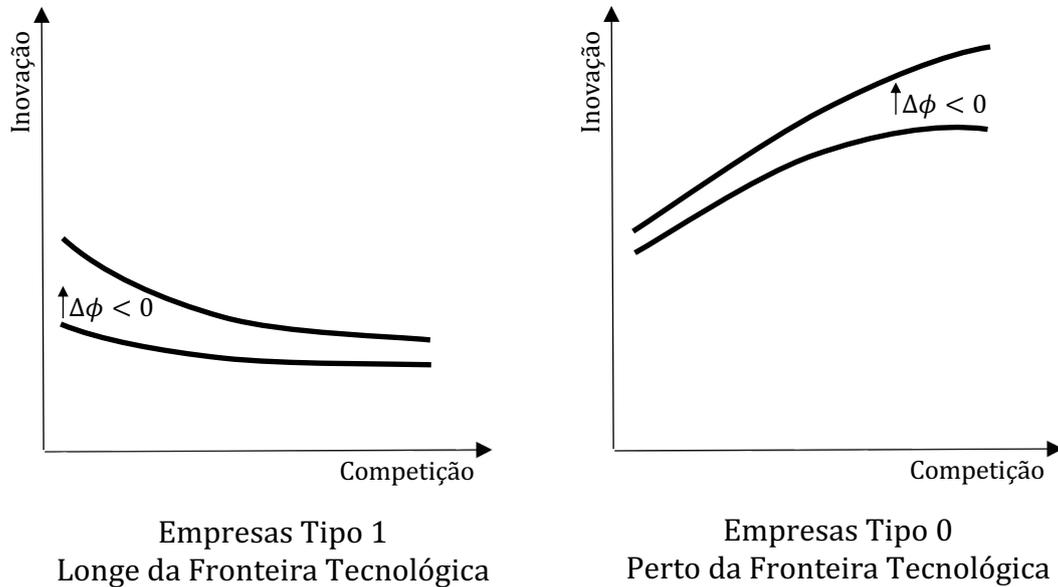
Basicamente, a redução do custo de inovação aumenta o incentivo para investimentos em atividades inovativas para empresas de ambos os tipos. Para as

⁹ Os resultados para as indústrias norte-americanas são menos conclusivos a respeito da relação entre inovação e competição: Correa & Ornaghi (2012) encontram que ela é positiva e Hashmi (2013) que ela é negativa.

¹⁰ Uma exceção é Askenazy *et alli* (2008), que explora a relação entre competição e custo da inovação. Para relação entre política industrial e competição ver Aghion *et alli* (1997) e Aghion *et alli* (2015). Para relação entre política de defesa da concorrência e política de propriedade intelectual ver Encaoua & Hollander (2002) e Shapiro (2012).

empresas do tipo 0 a competição também aumenta esse incentivo, fazendo com que os efeitos se reforcem. Para as empresas do tipo 1, o contrário ocorre, logo os efeitos se contrapõem. A Figura 1 ilustra estas conclusões.

Figura 1: Relação entre Competição, Inovação e Custos de Inovação

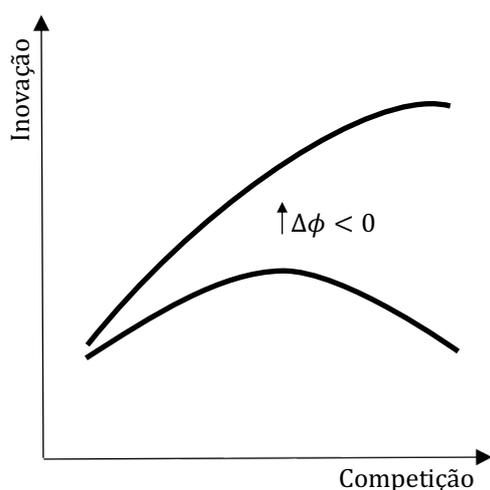


Os resultados do modelo acima são de certa forma confirmados para dados dos Estados Unidos por Acemoglu *et alli* (2013), ao menos para empresas não muito distantes da fronteira tecnológica. Os autores simulam um modelo de equilíbrio geral em que investimentos em P&D, produtividade e realocação de recursos (via entrada e saída de empresas) interagem. Os resultados indicam que políticas que subsidiam o investimento em P&D (equivalente a redução de ϕ) e reduzem a competição dificultando a entrada de novas empresas (equivalente ao aumento de χ), geram, na melhor das hipóteses, ganhos pequenos de produtividade. Entretanto, se o governo subsidia o investimento em P&D das empresas estabelecidas, mas facilita a entrada, os ganhos em termos de produtividade são substanciais. Ou seja, políticas industriais que dão apoio às empresas estabelecidas grandes, ao não permitirem a liberação de recursos escassos (em especial capital humano qualificado) para potenciais entrantes mais eficientes, acabam sendo contraproducentes do ponto de vista da inovação. Este ponto é particularmente relevante para o caso brasileiro, no qual a escassez de mão de obra qualificada é um problema sério, e no qual as políticas industriais, ao proteger indefinidamente o mercado doméstico e alocar recursos públicos para grandes grupos econômicos, tendem a manter em funcionamento empresas ineficientes.

Por fim, é possível demonstrar que, políticas de inovação (reduções de ϕ ou de λ) tornam mais pronunciada a relação de U invertido entre competição e inovação. A

Figura 2 ilustra este resultado.

Figura 2: Competição e Política de Inovação ($\Delta\phi < 0$)



(C) Outros Resultados

O modelo exposto acima pode ser formulado de um modo um pouco diferente, definindo-se o tamanho do esforço em atividades inovativas como a variável de escolha (e não a probabilidade de inovação). Esta é a opção feita, por exemplo, em Aghion *et alli* (2005) e Askenazy *et alli* (2008). É possível mostrar que ambas as formulações são equivalentes [Aghion & Howitt (2005)]. Ademais, com a formulação alternativa os resultados encontrados podem ser reinterpretados em termos de setores cuja competição é mais ou menos parelha. Ou seja, por conta dos mesmos dois efeitos acima mencionados, o impacto da concorrência na inovação em setores cuja a disparidade tecnológica entre as empresas é maior (menor) é negativo (positivo). Do ponto de vista empírico, esse resultado teórico é testado em, por exemplo, Aghion *et alli* (2005) e Polder & Veldhuizen (2012).

Saliente-se que resultados similares são encontrados se o modelo é ampliado para permitir a entrada (em todos os setores) de empresas estrangeiras que se encontram na fronteira tecnológica [Aghion & Griffith (2005)]. A evidência empírica confirma esta conclusão, em especial no que diz respeito à relação de U invertido entre inovação e competição advinda da entrada de novas empresas (domésticas ou estrangeiras) [Aghion *et alli* (2009)].

Além disso, há modelos racionalizam de outro modo a relação ambígua entre inovação e competição encontrado na literatura empírica. Por exemplo, em Aghion *et alli* (1997, 1999) tal relação é explicada pela presença de empresas maximizadoras de lucro e empresas que enfrentam problemas de agente-principal em sua gestão e não são maximizadoras de lucros. As primeiras reduzem o investimento em inovação quando a competição aumenta, as outras aumentam o investimento em inovação em resposta a incrementos na concorrência. Por sua vez, em Vives (2008) o aumento do número de competidores reduz a demanda residual de cada empresa, reduzindo o incentivo à inovação, mas aumenta a elasticidade desta demanda residual, incrementando o investimento em inovação. A combinação destes dois efeitos geraria o formato de U invertido encontrado na literatura empírica.

4. Metodologia

4.1. Qual a relação entre competição e inovação no Brasil?

(A) Especificação Econométrica

Basicamente, pretende-se explicar o desempenho inovativo das empresas a partir do nível de competição do mercado em que elas estão inseridas. Em particular, busca-se investigar se a relação entre inovação e competição tem a forma de U invertido. A medida de inovação que se pretende usar é o investimento em atividades inovadoras como proporção da receita. Apenas poucas empresas investem nessas atividades. Logo, é esperado que a variável dependente tenha valor nulo para boa parte das observações. Ou seja, é conveniente estimar modelos do tipo:

$$INOV_{it} = \max\{0, \beta_1 COMP_{it} + \gamma_1 COMP_{it}^2 + \theta_1 X_{it} + \varphi_1 x_i + \alpha_{1t} + \alpha_{1i} + \varepsilon_{it}\}, \quad (24)$$

em que i indica empresa, t indica ano, $INOV$ são gastos com atividades inovativas, $COMP$ é uma medida de competição, X são variáveis de controle que, para uma determinada empresa, potencialmente assumem valores distintos ao longo do tempo, x são variáveis de controle que, para uma determinada empresa, assumem necessariamente o mesmo valor ao longo do tempo e ε é o termo de erro aleatório.

No modelo definido acima a validação da relação de U invertido entre inovação e competição requer $\beta_1 > 0$ e $\gamma_1 < 0$. Além disso, se os resultados confirmarem este padrão, a competição começa a afetar negativamente os esforços em inovação quando a medida de concorrência atinge o valor de $-\beta_1/\gamma_1$.¹¹ Trata-se de informação valiosa para os formuladores de política pública, na medida em que permite identificar em quais setores a debilidade da concorrência está afetando negativamente a efetividade das políticas públicas de apoio à inovação.

A equação (24) será estimada para os gastos totais em atividades inovativas e para os gastos em atividades inovativas específicas. Note-se que boa parte da literatura enfatiza os gastos com P&D e a quantidade de patentes registradas. Entretanto, para países em desenvolvimento como o Brasil, coexistem poucas empresas inovadoras mais intensivas em atividades sofisticadas de P&D e outras, mais numerosas, que inovam pela transformação de tecnologias já existentes em novos produtos e processos [Canêdo-Pinheiro & Figueiredo (2017)]. Sendo assim, restringir a análise aos gastos com P&D implica ignorar boa parte da atividade inovativa que ocorre no âmbito das empresas.

O modelo também será estimado definindo-se $INOV$ como uma variável binária que indica se uma empresa é inovadora ou não. E, nesse caso, também é possível explorar diferentes tipos de inovação. Há evidências de que a competição afeta de modo distinto os incentivos para a realização de inovações de produto e de processo e para investimentos em diferentes atividades inovativas [Tang (2006)].

Os parâmetros do modelo (24) não podem ser consistentemente estimados por Mínimos Quadrados Ordinários [Wooldridge (2002), p. 524-525]. É necessário algum método de estimação que leve em consideração a não-linearidade gerada pela descontinuidade da variável dependente. Sob a hipótese de normalidade dos erros,

¹¹ Nesse sentido, para confirmar o formato de U invertido convém verificar adicionalmente se o ponto de máximo está dentro dos limites dos valores observados da variável $COMP$ na amostra [Polder & Veldhuzen (2012)].

tem-se um modelo Tobit (Tipo I) ou Probit (para o caso de variáveis dependentes binárias).

(B) Efeitos Não Observados

Se existe heterogeneidade não observada entre as empresas, endogeneidade é um problema potencial. Se a heterogeneidade não observada não varia no tempo, efeitos-fixos para empresas podem aliviar este problema em modelos lineares. No entanto, a inclusão de efeitos-fixos – α_{1i} na equação (24) – em modelos não lineares torna os estimadores viesados e inconsistentes [Greene (2004)]. Uma possível estratégia é estimar os modelos com efeitos aleatórios, mas essa opção não é adequada de os efeitos individuais são correlacionados com o termo de erro.

Considerando que existe correlação entre os efeitos individuais e o erro, é possível estimar os efeitos-fixos como função das médias (tomadas ao longo do tempo) das variáveis individuais (\bar{X}_i) e incluí-las como controles adicionais no modelo (24), como sugerido em Zabel (1992). Isto é, define-se:

$$\alpha_{1i} = \eta_1 \underbrace{\sum_{t=1}^T \frac{X_{it}}{T}}_{\bar{X}_i} + \zeta_i, \quad (25)$$

em que $\zeta_i \sim N(0, \sigma_\zeta^2)$ é independente de ε_{it} .

(C) Endogeneidade da Variável COMP

ivtobit

ivprobit

4.2. O Nível de Competição Afeta a Eficácia da Política de Inovação?

(A) Especificação Econométrica

Para responder a esta questão pretende-se estimar variantes do seguinte modelo:

$$INOV_{it} = \max\{0, \beta_2 COMP_{it} + \mu_2 T_{it} + \omega_2 T_{it} COMP_{it} + \theta_2 X_{it} + \varphi_2 x_i + \alpha_{2t} + \alpha_{2i} + \xi_{it}\}, \quad (26)$$

em que T é uma variável binária que indica se a empresa foi ou não contemplada com políticas públicas de fomento à inovação e ξ é o termo de erro aleatório. As demais variáveis são definidas como antes.

Os mesmos procedimentos para tratamento dos efeitos não observados usados no modelo (24) serão usados aqui.

4.3. Como Medir a Competição?

Um ponto central na estimação dos modelos (24) e (26) é a definição de uma medida adequada de competição. Tipicamente são usadas medidas de concentração (Índice de Herfindahl, por exemplo) ou medidas de *mark-up*. No entanto, estas medidas podem levar a conclusões equivocadas sobre nível de competição. Por exemplo, um mercado muito concentrado pode ser muito competitivo se a pressão concorrencial de potenciais entrantes é forte. Ou mudanças nos custos marginais não relacionadas à competição podem alterar o *mark-up* das empresas sem nenhuma implicação em termos concorrenciais. Para contornar estes problemas, pretende-se usar como

medida de competição a elasticidade do lucro com relação aos custos, tal como proposto em Boone *et alli* (2007). Intuitivamente, quanto mais competição, mais a empresa é punida por ser ineficiente. Embora não seja uma medida perfeita, as evidências empíricas existentes indicam que esta medida tem melhor desempenho do que as tradicionalmente utilizadas. As referidas elasticidades, calculadas em nível setorial, serão estimadas por modelos do tipo:

$$\ln LUCRO_{ikt} = \delta_i + \delta_t + \delta_k + \omega_{kt} \ln CUSTO_{ikt} + \psi W_{ikt} + \vartheta_{ikt}, \quad (27)$$

em que k indica setor, $LUCRO$ e $CUSTO$ são medidas de lucro e custos das empresas, W são variáveis de controle e ϑ é o termo de erro aleatório. As demais variáveis são definidas como antes. O modelo (27) será estimado para cada um dos setores em cada um dos períodos analisados. Como cada período é composto por três anos – ver mais detalhes na seção 4.4 – é possível fazer a estimação usando técnicas de painel e obter uma estimativa consistente ($\hat{\omega}_{kt}$) do nível de competição em cada um dos mercados ao longo do tempo. Como se trata de modelo linear, não está sujeito às dificuldades dos modelos (24) e (26) no que diz respeito ao tratamento da heterogeneidade não observada.

De todo modo, serão estimados modelos com diferentes medidas de competição. Isso se mostra adequado na medida que tanto do ponto de vista teórico [Vives (2008)] quanto do ponto de vista empírico [Tang (2006)], há evidências de que diferentes tipos de competição geram diferentes impactos nos incentivos para inovar.

4.4. Dados e Amostra

Para estimar os modelos (24) e (26), serão usados microdados de diferentes edições da Pesquisa de Inovação (PINTEC) do IBGE. Eventualmente alguns controles demandarão a combinação dos microdados da Pintec com microdados da Pesquisa Industrial Anual (PIA), também do IBGE. Por sua vez, o modelo (27) será estimado para cada setor apenas com microdados da PIA.

It is a sample survey, inspired by the Oslo Manual, which means that it is comparable to other similar surveys worldwide. We use five waves of this survey (2001-2003, 2003-2005, 2006-2008, 2009-2011 and 2012-2014) which enables us to construct an unbalanced panel of firms and to control the time-invariant non-observable characteristics.

PINTEC's sample is stratified with respect to firm size (number of employees), sector, state and innovation potential. Firms with less than 10 employees are not surveyed and larger firms (with 500 or more employees) are allocated in a specific stratum and selected with probability equal to one (certain stratum). The other firms are allocated to sampled strata, which were defined by crossing information on state and sectors. These strata (called natural strata) are then subdivided in two strata (called final strata), one with potential innovators and other with the remaining firms.¹² The sample is disproportionately allocated in these two final

¹² In summary, potential innovators are defined by IBGE as firms that, in the survey period, were included in the registers of beneficiaries of innovation public policies or in the Brazilian patent registers. The ones that were innovators in the previous surveys are also defined as potential innovators.

strata, so that approximately 80% of the firms selected for a sample, in each natural stratum, are companies very likely to be innovative.¹³

Once PINTEC cover mostly innovation related information, we merged it with additional survey from IBGE, Annual Manufacturing Survey (PIA), to expand the set of available data on firms. PIA is compatible to PINTEC in methodological terms, such as same sector classification, and cover all manufacturing and mining firms with 30 or more employees (smaller firms are sampled on a probabilistic basis).

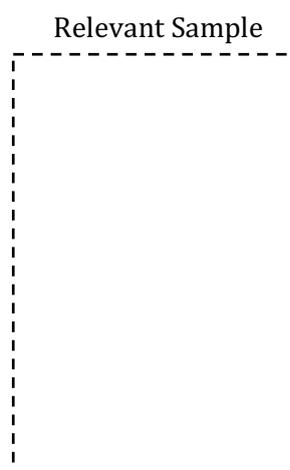
Moreover, PINTEC was restricted to manufacturing and mining sector until the 2001-2003 survey. In the following surveys, the coverage was amplified to some few service sectors. In other words, given the PINTEC and PIA samples, the focus of this paper is mostly the manufacturing and mining firms with 30 or more employees.

So, from the innovation (and barriers to innovation) perspective, it is feasible to sort Brazilian firms in three groups:

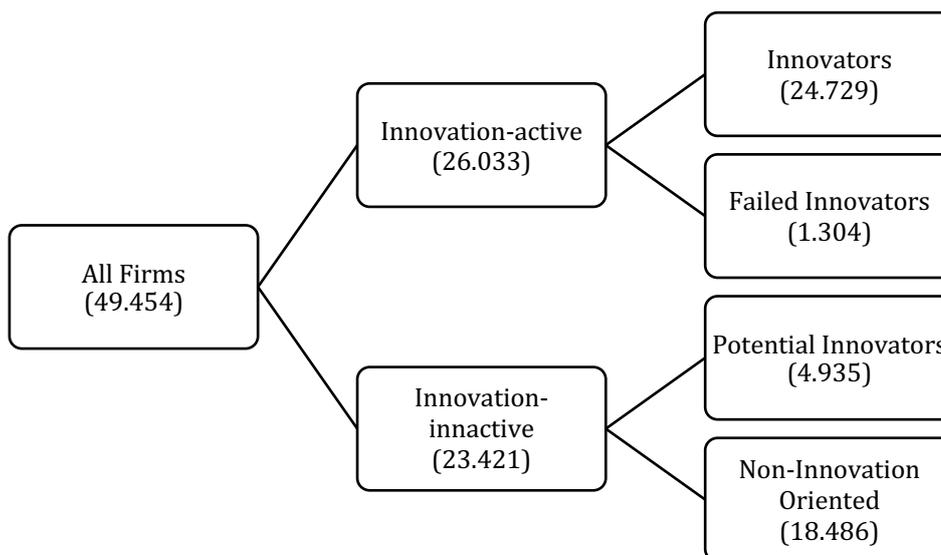
- **Innovation-active** – includes innovators, which implemented product or process innovation, and failed innovators, those that did not innovate but tried to do so (with incomplete or abandoned innovation projects);
- **Potential Innovators** – firms that, because of obstacles to innovation, were not active in innovation;
- **Non-Innovation Oriented** – firms that, despite of not facing obstacles to innovation, did not engage in innovative activities.

Non-innovation oriented firms tend to report that barriers to innovation are not relevant. This fact may generate a positive correlation between the obstacles to innovation and the propensity to innovate [Savignac (2008)]. Therefore, we exclude the non-innovation oriented firms from our sample to correct this sample selection problem, as made in Pellegrino & Savona (2017) – see Figure 1 for details.

Figure 1: Selection of the Relevant Sample



¹³ In natural strata where the total number of firms in the population is less than or equal to five, all firms are included in the sample with probability of selection equal to one.



Note: Between parentheses, the number of firm-year observations.

5. Resultados

[A ser preenchido depois, quando os resultados econométricos forem obtidos]

6. Considerações Finais e Lições para Política Pública

[A ser preenchido depois, quando os resultados econométricos forem obtidos]

Referências

ACEMOGLU, D., AKCIGIT, U., BLOOM, N., KERR, W. R. (2013). Innovation, reallocation and growth. **NBER Working Paper**, n. 18993.

AGHION, P., BECHTOLD, S., CASSAR, L., HERZ, H. (2014). The Causal Effects of Competition on Innovation: Experimental Evidence. **NBER Working Paper**, n. 19987.

AGHION, P., BLOOM, N., BLUNDELL, R., GRIFFITH, R., HOWITT, P. (2005). Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship. **Quarterly Journal of Economics**, v. 120, p. 701-728.

AGHION, P., BLUNDELL, R., GRIFFITH, R., HOWITT, P., PRANTL, S. (2009). The Effects of Entry on Incumbent Innovation and Productivity. **Review of Economics and Statistics**, v. 91, p. 20-32.

AGHION, P., BRAUN, M., FEDDERKE, J. (2008). Competition and productivity growth in South Africa. **Economics of Transition**, v 16, p. 741-768.

AGHION, P., DEWATRIPONT, M., REY, P. (1999). Competition, Financial Discipline and Growth. **Review of Economic Studies**, v. 66, p. 825-852.

AGHION, P., DEWATRIPONT, M., REY, P. (1997). Corporate governance, competition policy and industrial policy. **European Economic Review**, v. 41, p. 797-805.

AGHION, P., CAI, J., DEWATRIPONT, M., DU, L., HARRISON, A., LEGROS, P. (2015). Industrial policy and competition. **American Economic Journal: Macroeconomics**, v. 7, p. 1-32.

- AGHION, P., HARRIS, C., HOWITT, P., VICKERS, J. (2001). Competition, Imitation and Growth with Step-by-Step Innovation. **Review of Economic Studies**, v. 68, p. 467-492.
- AGHION, P., HOWITT, P. (2005). Growth with quality-improving innovations: an integrated framework. In: Aghion, P., Durlauf, S. N. **Handbook of Economic Growth**, v. 1(A), North-Holland: p. 67-110.
- AGHION, P., GRIFFITH, R. (2005). **Competition and Growth. Reconciling Theory and Evidence**. Cambridge, London: MIT Press.
- AMBROZIO, A. M. H. P., SOUZA, F. L. (2017). Competition and Innovation in the Caribbean. In: Dohnert, S., Crespi, G., Maffioli, A. (eds.) **Exploring firm-level innovation and productivity in developing countries: the perspective of Caribbean small states**. IDB, p. 45-61.
- ASKENAZY, P., CAHN, C., IRAC, D. (2008). Competition, R&D and the cost of innovation. **Paris School of Economics Working Paper**, n. 2008-32.
- BELL, M., FIGUEIREDO, P. N. (2012). Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research. **Canadian Journal of Development Studies**, v. 33, p. 14-40.
- BOONE, J. (2001). Intensity of competition and the incentive to innovate. **International Journal of Industrial Organization**, v. 19, p. 705-726.
- BOONE, J. (2000). Competitive pressure: the effects on investments in product and process innovation. **RAND Journal of Economics**, v. 31, p. 549-569.
- BOONE, J., VAN OURS, J., VAN DER WIEL, H. (2007). How (not) to measure competition. **CPB Discussion Paper**, n.37.
- BOS, J. W. B., KOLARI, J. W., VAN LAMOEN, R. C. R. (2013). Competition and Innovation: Evidence from Financial Services. **Journal of Banking and Finance**, v.37, p. 1590-1601.
- CANÊDO-PINHEIRO, M., FIGUEIREDO, P. (2017). Inovação tecnológica e produtividade no Brasil. In: Bonelli, R., Veloso, F., Pinheiro, A.C. (orgs.). **Anatomia da Produtividade no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 211-240.
- CORREA, J. A., ORNAGUI, C. (2014). Competition & Innovation: Evidence from U.S. Patent and Productivity Data. **Journal of Industrial Economics**, v. 62, p. 258-285.
- CORREIA, E., MOITA, R. (2011). Gasto em P&D e poder de mercado: teoria e evidência para o Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 41, p. 102-131.
- DE BONDT, R., VANDERKERCKOVE, J. (2012). Reflections on the Relationship Between Competition and Innovation. **Journal of Industry, Competition and Trade**, v. 12, p. 7-19.
- ENCAOUA, D., HOLLANDER, A. (2002). Competition Policy and Innovation. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 18, p. 63-79.
- HASHMI, A. R. (2013). Competition and Innovation: The Inverted-U Relationship Revisited. **Review of Economics and Statistics**, v. 95, p. 1653-1668.

GREENE, W. (2004). The behaviour of the maximum likelihood estimator of limited dependent variable models in the presence of fixed effects. **Econometrics Journal**, v. 7, p. 98-119.

KLEINKNECHT, A.; MOHNEN, P. A. (org.) (2002). **Innovation and firm performance: econometric explorations of survey data**. Basingstoke: Palgrave.

PIRES-ALVES, C., ROCHA, F. (2008). Testing the Schumpeterian Hypotheses for the Brazilian Manufacturing Industry. **Anais do XXXVI Encontro Nacional de Economia**, n. 200807091629490.

POLDER, M., VELDHUIZEN, E. (2012). Innovation and Competition in the Netherlands: Testing the Inverted-U for Industries and Firms. **Journal of Industry, Competition and Trade**, v. 12, p. 67-91.

REZENDE, L. (2013). Política industrial para inovação: uma análise das escolhas setoriais recentes. In: Bacha, E., Bolle, M.B. **O Futuro da Indústria no Brasil. Desindustrialização em Debate**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, p. 355-372.

SCHMUTZLER, A. (2009). Is Competition Good for Innovation? A Simple Approach to an Unresolved Question. **Foundations and Trends in Microeconomics**, v. 5, p. 355-428.

SHAPIRO, C. (2012). Competition and Innovation. Did Arrow Hit the Bull's Eye? In: Lerner, J., Stern, S. (eds.). **The Rate and Direction of Inventive Activity Revisited**. University of Chicago Press, p. 361-404.

TANG, J. (2006). Competition and Innovation Behaviour. **Research Policy**, v. 35, p.68-82.

TINGVALL, P. G., KARPATY, P. (2011). Service-sector competition, innovation and R&D. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 20, p. 63-88.

TINGVALL, P. G., POLDAHL, A. (2006). Is there really an inverted U-shaped relation between competition and R&D? **Economics of Innovation and New Technology**, v. 15, p. 101-118.

VIVES, X. (2008). Innovation and Competitive Pressure. **Journal of Industrial Economics**, v. 54, p. 419-469.

WOOLDRIDGE, J. M. (2002). **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data**. Cambridge, London: MIT Press.

ZABEL, J. (1992). Estimating fixed and random effects models with selectivity. **Economics Letters**, v. 40, p. 269-272.

Apêndice A: Proposições e Provas

Proposição 1: $\delta(\chi)$ é crescente e côncavo em χ .

Prova. Como $1/\alpha > \chi$ tem-se que $\alpha\chi > 1$ e, portanto:

$$\frac{\partial \delta(\chi)}{\partial \chi} = \left(\frac{\chi}{\alpha}\right)^{\frac{1}{\alpha-1}} \frac{(\alpha\chi-1)}{(\alpha-1)} > 0, \quad (A1)$$

$$\frac{\partial^2 \delta(\chi)}{\partial \chi^2} = \left(\frac{\chi}{\alpha}\right)^{\frac{1}{\alpha-1}} \frac{[\alpha\chi+\alpha-2]}{(\alpha-1)^2 \chi^2} < 0. \quad (A2)$$

■

Proposição 2: Quando inovam, as empresas do tipo 0 auferem lucro $\pi_{kt} = \bar{A}_t \delta\left(\frac{1}{\alpha}\right)$ em equilíbrio.

Prova. Como não há competição da franja de empresas e o mercado do bem de consumo está em competição perfeita:

$$p_t = \frac{\partial y_t}{\partial x_{kt}} = \alpha \left(\frac{x_{kt}}{\bar{A}_t}\right)^{\alpha-1}. \quad (A3)$$

Substituindo o preço na equação de lucro chega-se a:

$$\pi_{kt} = \left[\alpha \left(\frac{x_{kt}}{\bar{A}_t}\right)^{\alpha-1} - 1 \right] x_{kt}, \quad (A4)$$

Nesse caso, a escolha ótima é tal que:

$$x_{kt} = \left(\frac{1}{\alpha^2}\right)^{\frac{1}{\alpha-1}} \bar{A}_t. \quad (A5)$$

Logo, o lucro em equilíbrio é:

$$\pi_{kt} = \left(\frac{1}{\alpha} - 1\right) \left(\frac{1}{\alpha^2}\right)^{\frac{1}{\alpha-1}} \bar{A}_t = \bar{A}_t \delta\left(\frac{1}{\alpha}\right). \quad (A6)$$

■

Proposição 3: Seja a curva de nível definida pelas combinações de γ e χ para as quais $\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} = 0$. Esta curva de nível define implicitamente a função $\gamma(\chi)$. Definam-se $\bar{\gamma} = \lim_{\chi \rightarrow 1} \gamma(\chi)$ e $\underline{\gamma} = \lim_{\chi \rightarrow 1/\alpha} \gamma(\chi)$. Tem-se que:

(a) $\gamma'(\chi) > 0$ e $\gamma''(\chi) > 0$; (b) $\bar{\gamma} = 1 + \left[\frac{\bar{\gamma}(1+\phi)}{\bar{\gamma}(1+\phi) - (1-\lambda)^2 \delta(1/\alpha)} \right]^2$ e $\underline{\gamma} = 2$.

Prova. Da equação (19) tem-se que:

$$\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} = 0 \Leftrightarrow (\gamma - 1)^{1/2} - \frac{[1 - (1-\lambda)\mu_1]}{[1 - (1-\lambda)\mu_0]} = [1 - (1-\lambda)\mu_0](\gamma - 1)^{\frac{1}{2}} - [1 - (1-\lambda)\mu_1] = 0. \quad (A7)$$

Logo:

$$\gamma'(\chi) = - \frac{(1-\lambda) \left[\frac{\partial \mu_1}{\partial \chi} - (\gamma-1)^{\frac{1}{2}} \frac{\partial \mu_0}{\partial \chi} \right]}{\frac{1}{2} [1 - (1-\lambda)\mu_0](\gamma-1)^{-\frac{1}{2}} - (\gamma-1)^{\frac{1}{2}} (1-\lambda) \frac{\partial \mu_0}{\partial \gamma} + (1-\lambda) \frac{\partial \mu_1}{\partial \gamma}}, \quad (A8)$$

$$\gamma'(\chi) = - \frac{(1-\lambda) \left[\frac{\partial \mu_1}{\partial \chi} - (\gamma-1)^{\frac{1}{2}} \frac{\partial \mu_0}{\partial \chi} \right]}{\frac{1}{2} [1 - (1-\lambda)\mu_0](\gamma-1)^{-\frac{1}{2}} + \frac{(1-\lambda)^2 \delta(\chi)}{(1+\phi)\gamma^2} \left[1 - (\gamma-1)^{\frac{1}{2}} \right]}$$

Como $\frac{\partial \mu_1}{\partial \chi} > 0$, $\frac{\partial \mu_0}{\partial \chi} < 0$, $\frac{\partial^2 \mu_1}{\partial \chi^2} < 0$ e $\frac{\partial^2 \mu_0}{\partial \chi^2} > 0$ tem-se $\gamma''(\chi) > 0$.

Além disso, substituindo 1 e $1/\alpha$ em $\gamma(\chi)$ tem-se, respectivamente:

$$\bar{\gamma} = 1 + \left[\frac{\gamma(1 + \phi)}{\gamma(1 + \phi) - (1 - \lambda)^2 \delta(1/\alpha)} \right]^2,$$

$$\underline{\gamma} = 2$$

■

Proposição 4: $\bar{\mu} = 1 - \frac{1+2\epsilon}{1 + \frac{\epsilon}{1-(1-\lambda)\mu_0} + \frac{\epsilon}{1-(1-\lambda)\mu_1}}$.

Prova. No estado estacionário tem-se as seguintes equações de fluxo entre os tipos:

$$q_2\epsilon = q_0[1 - (1 - \lambda)\mu_0], \quad (A9)$$

$$q_0[1 - (1 - \lambda)\mu_0] = q_1[1 - (1 - \lambda)\mu_1], \quad (A10)$$

$$q_1[1 - (1 - \lambda)\mu_1] = q_2\epsilon, \quad (A11)$$

em que o lado esquerdo (direito) captura o fluxo de empresas saindo (entrando) do (no) estado k .

Da primeira e terceira equações de fluxo tem-se que:

$$(1 - \lambda)q_0\mu_0 = q_0 - q_2\epsilon, \quad (A12)$$

$$(1 - \lambda)q_1\mu_1 = q_1 - q_2\epsilon. \quad (A13)$$

Logo:

$$\bar{\mu} \equiv (1 - \lambda)[q_0\mu_0 + q_1\mu_1] = q_0 + q_1 - 2q_2\epsilon. \quad (A14)$$

Como vale a identidade $q_0 + q_1 + q_2 = 1$, tem-se que:

$$\bar{\mu} = 1 - q_2 - 2q_2\epsilon = 1 - q_2(1 + 2\epsilon). \quad (A15)$$

Além disso:

$$q_2 = 1 - q_0 - q_1 = 1 - \frac{q_2\epsilon}{1-(1-\lambda)\mu_0} - \frac{q_2\epsilon}{1-(1-\lambda)\mu_1}, \quad (A16)$$

em que a primeira igualdade decorre da identidade e segunda igualdade decorre da primeira e terceira equações de fluxo.

Rearranjando-se a equação acima chega-se a:

$$q_2 = \frac{1}{1 + \frac{\epsilon}{1-(1-\lambda)\mu_0} + \frac{\epsilon}{1-(1-\lambda)\mu_1}}. \quad (A17)$$

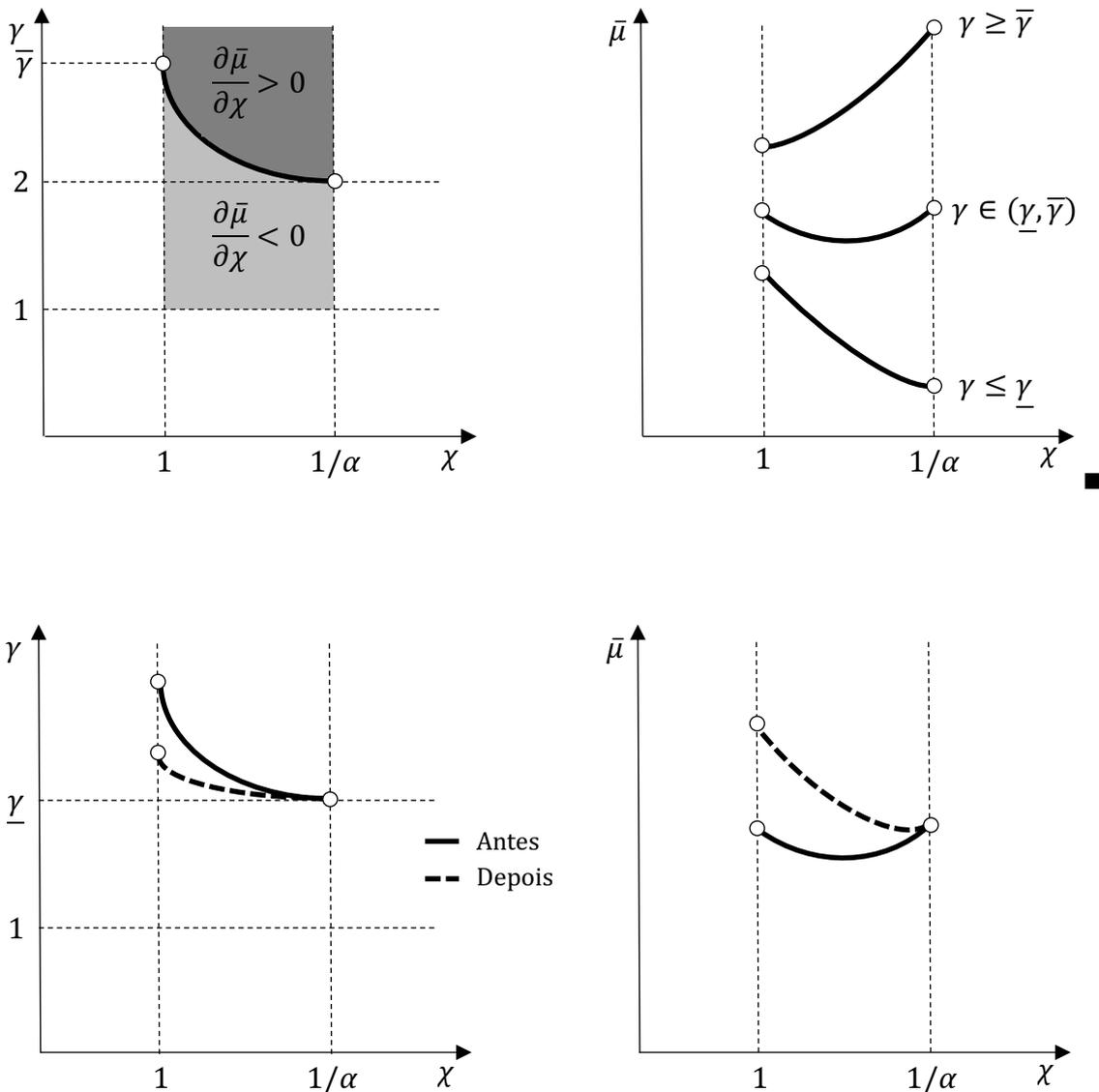
Substituindo-se de volta em $\bar{\mu}$ chega-se ao resultado.

■

Proposição 5: Tem-se que: (a) $\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} < 0$ se γ é suficientemente próximo da unidade; (b) $\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} > 0$ se γ é suficientemente grande; (c) para valores intermediários de γ , $\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} < 0$ se há pouca concorrência (χ perto de $1/\alpha$) e $\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} > 0$ quando há muita competição (χ perto de 1).

Prova. O painel esquerdo da Figura 3 ilustra os resultados da Proposição 3. Se $\gamma \geq \bar{\gamma}$ então $\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} > 0$ (área cinza escura) para todos valores de $\chi \in (1, 1/\alpha)$. Ou seja, no painel direito da Figura 3 $\bar{\mu}$ é sempre crescente em χ . Se $\gamma \leq \bar{\gamma}$ o contrário ocorre. Para $\gamma \in (\underline{\gamma}, \bar{\gamma})$ tem-se $\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} < 0$ para os valores de χ mais próximos de 1 (área cinza clara) e $\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} > 0$ para os valores de χ mais próximos de $1/\alpha$ (área cinza escura). Como $\gamma(\chi)$ é função contínua, em algum ponto intermediário tem-se $\frac{\partial \bar{\mu}}{\partial \chi} = 0$. Ou seja, no painel direito da Figura 3 $\bar{\mu}$ começa decrescente, atinge um ponto de mínimo e depois se torna crescente.

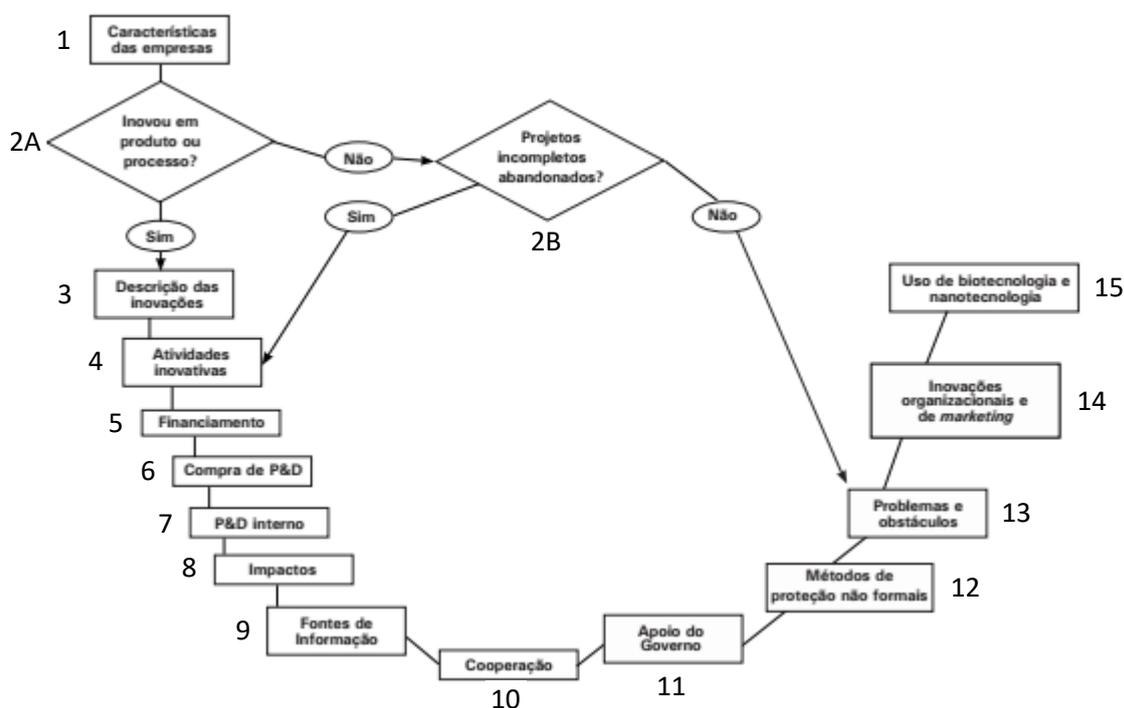
Figura 3: Poder de Mercado e Inovação



Apêndice B: Eliminando da Amostra Empresas não Interessadas em Inovação

Figure 2 below describes the PINTEC's response flow. Notice that both innovators and non-innovators firms answer the questions on obstacles to innovation. Basically, innovators answer all groups of questions, except the group 2B, while non-innovators with incomplete or abandoned projects answer all of them, except the questions on innovations descriptions (group 3). Firms that neither innovate nor have incomplete or abandoned projects answer group 1, 2A and 2B questions, skip group 3 to group 12 questions and then answer the last three groups of questions (13 to 15), including questions on barriers to innovation.

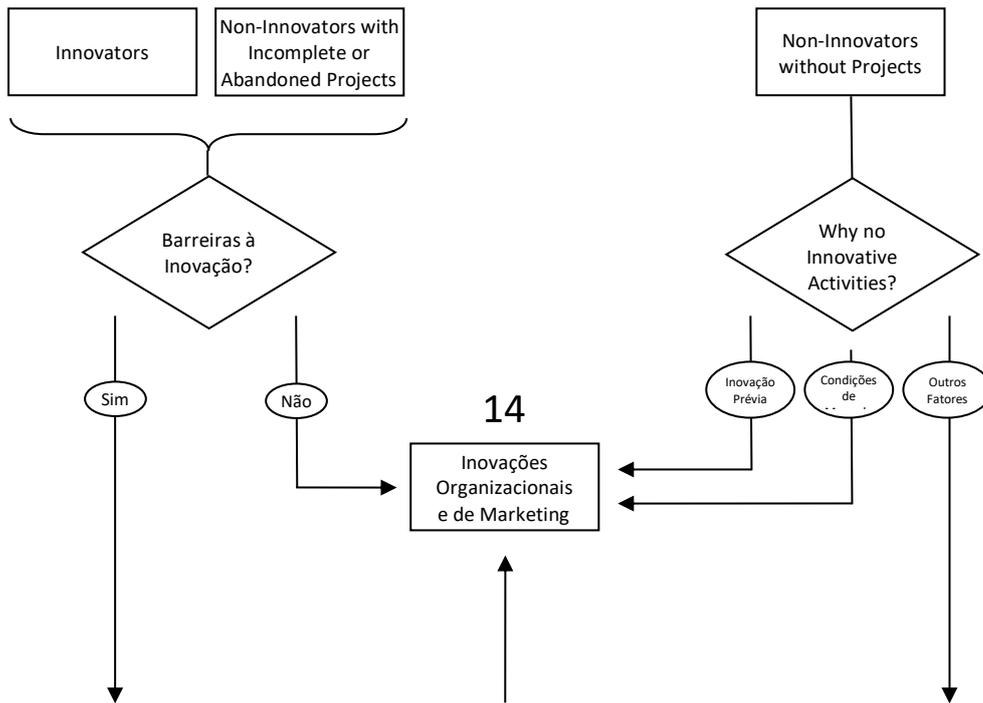
Figure 2: PINTEC - Fluxo de Resposta



In turn,

Figure 3 shows the PINTEC's response flow only with respect to obstacles to innovations (group 13 questions). It's important to point out that, to explain the reason for the absence of innovative activities, non-innovators without projects should select only one of the three options: (a) no need, because of previous innovations; (b) no need, because of market conditions; (c) other factors blocked the development or implementation of innovation. If the answer is (c) the company must answer the importance scale questions on obstacles to innovate. Otherwise, it must skip these importance scale questions and answer group 14 questions on organizational and marketing innovations. Innovators and non-innovators with incomplete or abandoned projects must answer the same importance questions on obstacles, but only if they report facing barriers to innovation.

Figure 3: PINTEC – Fluxo de Resposta, Grupo 13 (Barreiras à Inovação)



Factors	Importance			
	High	Medium	Low	Not Relevant
Excessive Economic Risks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
High Innovation Costs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Scarcity of Financial Support	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Shortage of Qualified Workforce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lack of Information on Technology	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lack of Market Information	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lack of Proper Technical External Services	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Scarcity of Cooperation Possibilities	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weak Consumer Demand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rigid Organization	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centralization of Innovation in Another Firm within the Group	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficulties to Adapt to the Norms and Standards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>