

Os Contratos de Licenciamento e a Eficiência Técnica dos Setores Industriais Brasileiros: Uma Análise à Luz do Método de Fronteira Estocástica e da Análise Envoltória de Dados (DEA)

Elvino de Carvalho Mendonça

Secretaria de Acompanhamento Econômico

André Luis Rossi de Oliveira

Universidade de Brasília

André Proite

Secretaria do Tesouro Nacional

Rachel P. de Andrade Mendonça

Superior Tribunal de Justiça

Resumo

O artigo aborda a relação entre os contratos de licenciamento e a eficiência técnica dos setores industriais brasileiros. A hipótese sustentada neste artigo é que os referidos contratos relacionam-se negativamente com a eficiência técnica dos setores. Para operacionalizar essa hipótese foram estimadas fronteiras estocásticas e não-paramétricas para dez setores industriais no período 1992 a 2000. Três foram os resultados obtidos com ambas as metodologias: os contratos de licenciamento e a eficiência técnica relacionam-se de forma inversa, a reforma da lei tornou todos os setores mais eficientes tecnicamente e a referida reforma potencializou o efeito negativo dos contratos de licenciamento sobre a eficiência técnica. Os argumentos em favor dos resultados são os seguintes: o primeiro resultado está associado com o fato de que os contratos de licenciamento funcionam como forma de barreira à entrada, o segundo está associado com o fato de que a nova lei pode ter gerado incentivos para outros aspectos da propriedade industrial que não só os contratos de licenciamento, por exemplo a inovação. O terceiro pode estar associado com o efeito da inclusão do mecanismo de licença compulsória no corpo da lei, que, pode estar aumentando o número de licenciamentos e, conseqüentemente, reduzindo a competição dentro dos setores, devido ao seu caráter impositivo.

Palavras-chave: Fronteira Estocástica, DEA, Contratos de Licenciamento, Reforma da Lei de Propriedade Industrial, Eficiência Técnica

Abstract

The paper addresses the relationship between licenses and technical efficiency in a set of Brazilian industrial sectors. The main hypothesis is that licenses are negatively related with technical efficiency. To test this hypothesis, a stochastic and a non-parametric frontier were estimated for ten industrial sectors in the period from 1992 to 2000. Three results were found out: First, licenses and efficiency are negatively related; Second, the law's adjustment contributed to the efficiency to all sectors. Third, law's adjustment also emphasized the negative effect of licenses on technical efficiency. The arguments are the following: The first result is associated with licenses acting as entries barriers to specific industries. In the second argument, the law could have provided incentives to other aspects of industrial property other than the licenses, such as innovations, for an example. The third result may be associated with the inclusion of the compulsory license mechanism in the law, which may result in an increase in the number of licenses and also reducing the competition inside each sector, due to its compulsory aspects evolving firm behavior.

1. Introdução

Os contratos de licenciamento de tecnologia existentes na economia são peça fundamental para a disseminação das inovações. No entanto, esses mesmos contratos podem apresentar vários aspectos anti-competitivos, entre eles, servir como instrumento para barrar a entrada de novas firmas e/ou produtos no mercado ou para controlar a capacidade inovativa da firma compradora da licença.

A esse respeito, Gallini e Winter (1985) salientam que as firmas competem não somente por intermédio da tentativa de descoberta de novos produtos e processos, mas também por meio de contratos de licenciamento de tecnologia de comércio e de direitos de uso de tecnologias superiores. Na mesma linha de raciocínio, Gallini (1984) e Cohen et alii (2000) argumentam que a firma detentora da inovação pode licenciar a sua tecnologia de produção com o intuito de reduzir o incentivo da firma rival de produzir uma melhor tecnologia.

As estratégias adotadas para barrar a entrada podem ser bastante diversificadas, indo desde o licenciamento da inovação para a firma rival na corrida por inovações até o licenciamento para as firmas que não são suas concorrentes. Segundo Eswaran (1994), a estratégia de licenciar para firmas que não suas concorrentes diretas pode funcionar como empecilho para a entrada de firmas inovadoras no mercado.

Mendonça e Oliveira (2003) mostram que a utilização de contratos de licenciamento como instrumento de barreira à entrada está associada com a capacidade de investimento da firma rival. Se a firma detentora da inovação acredita que a sua rival tem capacidade de investimento, o licenciamento é utilizado para

* Recebido em setembro de 2005, aprovado em fevereiro de 2006.
E-mail address: elvino.mendonca@fazenda.gov.br.

barrar a entrada. Por outro lado, se a firma inovadora acredita que a rival não é capaz de investir, a primeira pode utilizar os contratos de licenciamento apenas como forma de aumentar a sua receita.

O contrato de licenciamento como forma de barrar a entrada de firmas e/ou produtos no mercado pode não somente afetar a competição em um mercado, como também contribuir negativamente para a eficiência técnica das firmas, definida como a habilidade de uma determinada firma para obter o máximo produto de um dado conjunto de insumos, conforme Coelli et alii (1997). Na verdade, essa segunda possibilidade é uma consequência da primeira, uma vez que mercados menos competitivos estão associados com firmas alocativa e tecnicamente menos eficientes. A eficiência alocativa reflete a habilidade da firma em usar os insumos em proporção ótima, dados seus respectivos preços.

Dadas essas motivações, o presente artigo tem como objetivo estudar a relação existente entre os contratos de licenciamento e a eficiência técnica dos setores industriais brasileiros, verificando como a reforma da lei de propriedade industrial, ocorrida em 1996, potencializou esse efeito. A hipótese sustentada é a de que quanto maior o número de contratos de licenciamento de um setor, menos competitivo ele é e, portanto, possui firmas tecnicamente menos eficientes quando comparado com setores que possuam menos contratos de licenciamento. A idéia básica é estudar como o número de contratos de licenciamento afeta a eficiência técnica da firma. Nos métodos de fronteira estocástica e de fronteira não paramétrica são considerados apenas fatores diretamente associados à tecnologia implícita na função de produção da firma. Os contratos de licenciamento funcionam como um artifício exógeno ao processo produtivo e são usados pela firma para obter ganhos adicionais.

Para atingir o objetivo proposto, foram estimadas fronteiras estocásticas e não-paramétricas para dez setores industriais no período 1992 a 2000. Três foram os resultados obtidos com ambas as metodologias: os contratos de licenciamento e a eficiência técnica relacionam-se de forma inversa, a reforma da lei tornou todos os setores mais eficientes tecnicamente e a referida reforma potencializou o efeito negativo dos contratos de licenciamento sobre a eficiência técnica.

O artigo encontra-se dividido em sete Seções: a primeira é essa Introdução, a segunda apresenta os contratos de licenciamento na economia brasileira, enfatizando os aspectos legais e econômicos, a terceira e a quarta se ocupam da estimação e dos resultados do modelo de fronteira estocástica, a quinta e a sexta apresentam a análise e os resultados do modelo DEA e a sétima apresenta a Conclusão.

2. Os Contratos de Licenciamento na Economia Brasileira

Dada a complexidade do sistema industrial, a velocidade dos avanços tecnológicos e a premente necessidade de conferir à indústria nacional e à população brasileira acesso às novas tecnologias como forma de manter a competitividade do Brasil no cenário internacional, é preciso repensar a nova Lei de Propriedade Intelectual,

notadamente quanto aos efeitos por ela gerados no mercado com a criação do Instituto da Licença Compulsória.

Este instituto, não obstante ser, em sua gênese, um mecanismo de intervenção do Estado para o controle do abuso de poder econômico por parte do detentor de patente que não a explora voluntariamente, funciona como um mecanismo de barreira à entrada, tendo em vista que reduz o nível de competição e, conseqüentemente, o nível de eficiência técnica dos setores.

Para discutir essas questões, entretanto, é preciso primeiro contar com uma definição de contrato de licenciamento, objetivo maior desta seção, o que será feito com a apresentação dos artigos da Lei de Propriedade Industrial sobre o tema.

2.1. *Definição de licença*

A exploração econômica da patente pode ser exercida por quem não seja o seu titular, desde que devidamente observados os requisitos previstos na Lei de Propriedade Industrial (9.279/96, arts. 61 a 74), notadamente quanto aos institutos da licença voluntária, oferta de licença e licença compulsória.

No que se refere à licença voluntária, o titular da patente ou o depositante poderá, voluntariamente, realizar contrato de licença para exploração, podendo, inclusive, conceder ao licenciado todos os poderes para agir em defesa da patente. Este contrato, no entanto, para que produza efeitos em relação a terceiros, deve ser averbado no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e, em caso de aperfeiçoamento da patente licenciada, a mesma pertencerá a quem o fizer, sendo assegurado à outra parte contratante o direito de preferência para o seu licenciamento, nos termos da Lei 9.279/96, artigos 61 a 63.

A oferta de licença, por sua vez, configura-se pela possibilidade do titular da patente solicitar ao INPI a colocação de sua inovação em oferta para fins de exploração, devendo-se, no entanto, observar as disposições legais quanto à publicação da oferta, à impossibilidade de averbação de licença voluntária no INPI sem desistência da oferta, à redução de sua anuidade no período compreendido entre o oferecimento e a concessão da primeira licença, e ao cancelamento da licença conforme artigos 64 a 67 da Lei 9.279/96.

Com respeito à licença compulsória, a Lei de Propriedade Industrial especifica que ficará submetido a ter a patente licenciada de forma compulsória e não exclusiva, o titular que exercer seus direitos de forma abusiva, ou por meio dela praticar abuso de poder econômico, comprovado nos termos da lei, por decisão administrativa ou judicial. Prevê a Lei, ainda, outras situações que igualmente serão objeto de licença compulsória, quais sejam: a não exploração do objeto da patente no território brasileiro por falta de fabricação ou fabricação incompleta do produto; a falta de uso integral do processo patenteado, ressalvados os casos de inviabilidade econômica, quando será admitida a importação e, se a comercialização não satisfizer as necessidades do mercado, somente podendo ser requerida após decorridos 3 (três) anos da concessão da patente segundo artigos 68 a 74 da Lei 9.279/96. Segundo

Del Nero (1998), a licença compulsória tem como objetivo primordial inibir a imposição pelo titular de condições restritivas nos contratos de licenciamento.

2.2. A licença compulsória como instrumento estatal de barreira à entrada

Conforme definido na sub-seção anterior, a licença compulsória acontece sempre que é constatado o exercício dos direitos dela decorrentes de forma abusiva ou o abuso do poder econômico por parte do detentor de uma patente. Nesse caso, o Estado intervém e promove o licenciamento da exploração da patente de forma não exclusiva para os interessados que tenham capacidade de produção.

Esse mecanismo surgiu com o intuito de fazer com que o objeto da patente seja sempre explorado. No entanto, esse mecanismo pode estar resultando no aumento de barreiras à entrada, uma vez que as firmas inovadoras lançam mão do licenciamento com o objetivo de impedir que novos produtos e novas firmas entrem no mercado. No caso da licença compulsória, é o próprio Estado quem faz esse papel quando oferece aos concorrentes potenciais a licença de exploração, conduzindo, em decorrência, à redução do nível de competição dentro do setor e da eficiência técnica dos setores.

3. A Análise Paramétrica Usando o Modelo de Fronteira Estocástica

Com a utilização da metodologia de fronteira estocástica é possível verificar os efeitos dos contratos de licenciamento sobre a eficiência técnica dos setores. A presente seção apresenta inicialmente uma breve revisão de fronteira estocástica e, em seguida, o modelo estimado com os seus respectivos resultados.

3.1. Uma breve revisão da literatura de fronteira estocástica

De acordo com Aigner et alii (1977), esse modelo resume-se na estimação de uma função de produção onde o distúrbio ϵ_i é dividido em duas partes: uma primeira que representa um ruído branco e uma segunda que representa a equação de ineficiência.

Segundo Coelli (1996), a literatura de fronteira estocástica vem se desenvolvendo desde meados da década de 70. As primeiras versões devem-se a Aigner et alii (1977) e Meeusen e Van Den Broeck (1977), que especificaram a função de produção para dados em corte transversal, cujo formato é dado pela equação (1):

$$y_i = x_i\beta + v_i - u_i \quad i = 1, \dots, N \quad (1)$$

onde y_i é o produto em log, x_i é um vetor $k \times 1$ de insumos em termos de log para a firma i e $v_i - u_i$ é o distúrbio da estimação. O componente v_i é composto por variáveis aleatórias iid com distribuição normal com média zero e variância σ_v^2 , e é independente do componente u_i , composto por variáveis aleatórias iid com distribuição meia-normal ou exponencial.

O resíduo u_i mede a eficiência técnica da firma i , de tal forma que a mesma está na fronteira ou é considerada completamente eficiente se $u_i = 0$. Esse fato acontece porque toda vez que esse distúrbio é positivo, o produto da firma torna-se menor e vice-versa.

Aigner et alii (1977) derivaram a função verossimilhança do modelo representado pela equação (1), assumindo erros com as distribuições anteriores, e a expressaram em termos de dois parâmetros de variância, $\sigma_s^2 = \sigma^2 + \sigma_v^2$ e $\lambda = \frac{\sigma^2}{\sigma_v^2}$ onde σ_s^2 é a representação da função de verossimilhança de (1) em termos de variância, sendo σ^2 a variância do termo determinístico de (1) e σ_v^2 a variância do termo aleatório. Battese e Corra (1977) sugeriram que fosse utilizada a parametrização $\gamma = \frac{\sigma^2}{\sigma_s^2}$, uma vez que a mesma encontra-se situada no intervalo $[0, 1]$, o que não é o caso do parâmetro λ , que pode assumir qualquer valor não negativo. Segundo os autores, o parâmetro gama com valor igual a zero indica que os desvios da fronteira são devidos inteiramente a ruídos brancos, ao passo que, com valor igual à unidade, todos os desvios devem-se à ineficiência técnica.

Ao longo do tempo foram sendo elaboradas especificações mais gerais para o distúrbio u_i , como é o caso das hipóteses de distribuição normal truncada e gama com dois parâmetros. Coelli et alii (1997) apresentam como crítica às distribuições de probabilidade utilizadas no modelo anterior o fato de que as distribuições meia-normal e exponencial têm a moda em zero, o que implica que existe uma alta probabilidade de que os efeitos de ineficiência estejam na vizinhança de zero, ou seja, que as firmas tenham relativamente alta eficiência técnica. No entanto, na prática podem existir poucas firmas eficientes e muitas firmas ineficientes.

Na década de 90, novas especificações foram construídas, entre elas pode-se citar: Battese e Coelli (1992) e Battese e Coelli (1995). Há algumas diferenças entre esses modelos e aquele apresentado anteriormente, no entanto, as mais profundas estão relacionadas com a natureza dos dados e com a distribuição dos efeitos de ineficiência. Enquanto nas versões anteriores a função de produção é especificada para dados em corte transversal, nessas a especificação é feita para dados em painel. Dessa forma, o modelo a ser estimado passa a ter o formato da equação (2):

$$y_{it} = x_{it}\beta + v_{it} - u_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T \quad (2)$$

onde as variáveis têm a interpretação do modelo original, embora as mesmas estejam no formato de painel.

O que difere nos dois artigos mencionados é a especificação dos efeitos de ineficiência técnica. Battese e Coelli (1992) propuseram um modelo onde os efeitos de ineficiência técnica variam¹ com o tempo, os quais são definidos pela equação (3):

¹ Segundo Coelli et alii (1997), a idéia de que os efeitos de ineficiência técnica variam com o tempo está no fato de que, à medida que o tempo passa, os gerentes aprendem com as experiências passadas no processo de produção e, dessa forma, os efeitos de ineficiência técnica tendem a mudar ao longo do tempo.

$$u_{it} = (u_i \exp(-\eta(t - T))) \quad (3)$$

onde o resíduo u_i é representado por variáveis aleatórias *iid* com distribuição truncada² em zero de $N(\mu, \sigma_u^2)$, sendo η o parâmetro desconhecido a ser estimado.

Nesse modelo pode-se testar a hipótese de que não há mudança nos efeitos de ineficiência técnica no tempo, ou seja, $H_0 : \eta = 0$, dadas as especificações do modelo de efeitos de ineficiência variantes com o tempo. Segundo Coelli et alii (1997), a vantagem de utilizar-se o modelo *time-varying* é que as mudanças na ineficiência técnica ao longo do tempo podem ser distinguidas da mudança técnica.

Battese e Coelli (1995) elaboram um modelo que permite a estimação dos parâmetros dos fatores que se acreditam influenciar os níveis dos efeitos de ineficiência técnica conjuntamente com a separação dos componentes da mudança de ineficiência técnica e de mudança técnica ao longo do tempo. O modelo proposto pelos autores especifica os efeitos de ineficiência técnica como sendo variáveis aleatórias não negativas independentes mas não identicamente distribuídas, de tal forma que o efeito de eficiência técnica para a i -ésima firma no t -ésimo período, u_{it} , é obtida pela truncagem da distribuição $N(m_{it}, \sigma_u^2)$, onde $m_{it} = z_{it}\delta$, sendo z_{it} o vetor ($1 \times M$) de variáveis que podem estar influenciando a eficiência da firma e δ o vetor ($M \times 1$) de parâmetros a serem estimados.

Nesse modelo os autores expressam a função verossimilhança em função das variâncias $\sigma_S^2 = \sigma^2 + \sigma_V^2$ e $\gamma = \frac{\sigma^2}{\sigma_S^2}$, que são interpretadas da forma usual.

3.2. A especificação do modelo de fronteira estocástica e a fronteira de eficiência

O modelo a ser estimado é uma fronteira estocástica onde a função de produção é do tipo Cobb-Douglas. Optou-se por adotar essa forma funcional porque, embora seja menos flexível que a forma funcional Translog, é menos sensível à limitação dos dados utilizados nesse estudo. Essa função de produção pode ser representada pela equação (4):

$$\ln Y = \alpha_0 + \alpha_1 \ln K + \alpha_2 \ln L + \alpha_3 \tau + v_{it} - u_{it} \quad (4)$$

onde a variável log do produto, $\ln Y$, refere-se ao logaritmo da rubrica receita líquida de vendas do setor de interesse coletado junto à Pesquisa Industrial Anual (PIA), que é uma *proxy* para o nível de produto, a variável log do trabalho, $\ln L$, refere-se ao log da rubrica salários, retiradas outras remunerações relativas ao ano, coletado junto a PIA, que é uma *proxy* para o estoque de trabalho, a variável τ representa a tendência e a variável log do capital, $\ln K$, se refere ao logaritmo do estoque de capital gerado de acordo com o método do inventário perpétuo conforme expressão (5):

² Segundo Coelli et alii (1997), a distribuição normal truncada é uma generalização da distribuição meia-normal. Ela é obtida por intermédio da truncagem em zero da distribuição normal com média μ e variância σ^2 , se $\mu=0$ então a distribuição truncada é a própria distribuição meia-normal. Essa distribuição pode assumir uma variedade de formas, dependendo apenas do sinal de μ .

$$K_t = (1 - d)^{T-1} K_0 + \sum_{j=0}^{T-1} (1 - d)^j I_{T-(j+1)}, \text{ onde } T = 1, 2, 3... \quad (5)$$

onde I_T é o investimento feito pelo setor i no instante j , K_0 é o estoque de capital do setor i no instante 0 e d é a taxa de depreciação do capital. O estoque de capital é calculado com base em Young (1995) e é dado pela equação (6):

$$K_0 = \frac{I_0}{(g + d)} \quad (6)$$

onde g é a taxa média de crescimento do investimento e I_0 é o investimento inicial calculado com base no nível médio de investimento do setor. A taxa g considerada no estudo é igual a 9,8% e foi obtida por intermédio da média entre as taxas médias de crescimento do investimento dos setores considerados.³ Para a taxa de depreciação, d , seguiu-se Ferreira e Malliagos (1998) e adotou-se o valor de 10%. O somatório das taxas g e d foi arredondado para 20%. Como *proxy* para o investimento inicial utiliza-se a rubrica aquisições no ativo imobilizado do setor junto a PIA empresa para o ano de 1992.

Com o intuito de reduzir a distorção gerada pela mudança de metodologia na PIA, ocorrida em 1996, dividem-se as variáveis produto, capital e trabalho pelo número de firmas do setor, de tal forma que as referidas variáveis refletem a média de produto, capital e trabalho por firma. Uma discussão mais aprofundada a respeito da mudança de metodologia da Pesquisa Industrial Anual é estudada por Muendler (2003).

A amostra utilizada para a estimação da fronteira estocástica é um painel que compreende os anos de 1992 a 2000 e contempla os seguintes setores, classificados de acordo com a Classificação de Atividades Industriais do IBGE de 1975: extração de minerais, minerais não-metálicos, metalúrgica, mecânica, material elétrico e de comunicações, material de transporte, papel e papelão, produtos farmacêuticos e veterinários, produtos alimentares e vestuário, calçados e artefatos de tecidos. As informações referentes ao número de certificados de averbação fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisa Industrial (INPI) impôs duas limitações à construção do painel: a primeira refere-se ao número limitado de setores com contratos de licenciamento diferente de zero e a segunda refere-se ao fato de que o INPI somente passou a utilizar a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) a partir de 2000, utilizando, portanto, para os anos de 1992 a 1999, a Classificação de Atividades Industriais de 1975.

A Classificação de Atividades Industriais vigorou como método de classificação até o ano de 1995, a partir de então o IBGE passou a utilizar o método chamado Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). A mudança metodológica fez com que algumas agregações fossem feitas entre os dois métodos de classificação de forma a harmonizar as duas amostras. Como os dados referentes aos

³ A construção da taxa média de crescimento do investimento encontra-se no Apêndice A.

contratos de licenciamento são classificados, em sua maior parte, pelo método da Classificação das Atividades Industriais, optou-se por harmonizar as duas amostras da PIA (antes e depois de 1995) pelo método da Classificação das Atividades Industriais de 1975.⁴

A equação de ineficiência, u_{it} , segue uma distribuição truncada-normal e assume o formato da expressão (7):

$$m_{it} = \delta_1 \text{contratos}_i + \delta_2 \text{contratos}^2 + \delta_3 \text{reforma} + \delta_4 \text{contratos} * \text{reforma}_i + \mu_{it} \quad (7)$$

A variável *contratos* representa o número de contratos de licenciamento de exploração de patente de um determinado setor e a variável *contratos*² é uma variável de interação, que busca medir como os contratos de licenciamento afetam a eficiência técnica dos setores à medida que o número de contratos aumenta. Os dados para essas variáveis foram coletados junto ao INPI.⁵ A variável *reforma* é uma *dummy* que associa 1 aos anos pós 1996 e 0 aos demais anos, e tem como objetivo medir como as alterações na legislação de propriedade industrial⁶ afetaram a eficiência dos setores. É importante salientar que muitos eventos ocorreram no período compreendido entre 1992 e 2000, o que faz com que a referida variável possa estar refletindo outros efeitos que não somente o da lei, como, por exemplo, os efeitos da abertura comercial do início da década de 90, do Plano Real em 1994 e da própria mudança de metodologia da pesquisa industrial. A variável *contratos*reforma* é uma variável *dummy* de interação que tem como objetivo verificar como as variáveis consideradas afetam conjuntamente a ineficiência dos setores.

3.3. Análise dos resultados

A Tabela 1 apresenta os resultados do modelo de fronteira estocástica estimado. Em relação à fronteira é possível verificar que os coeficientes das variáveis capital, trabalho e tendência são estatisticamente significantes, sendo que as duas primeiras variáveis apresentam sinal positivo e a terceira sinal negativo. Como os coeficientes das referidas variáveis representam as elasticidades do produto dos dois insumos, pode-se interpretar que um aumento de 1% no insumo capital eleva em 0,679 % o produto do setor e um aumento de 1% no trabalho aumenta em 0,109% o produto. O coeficiente negativo e significativo da variável tendência mostra a contração da fronteira estocástica dos setores considerados.

No que se refere à equação de ineficiência, observa-se que os coeficientes das variáveis *contratos*, *reforma*, *contratos*² e *reforma*contratos* são estatisticamente significantes a 10%, sendo que os coeficientes das variáveis *contratos* e

⁴ O processo de harmonização utilizado para a construção do painel de dados encontra-se detalhado no Apêndice B.

⁵ A construção da variável *contratos* de licenciamento encontra-se no Apêndice C.

⁶ A Lei 9279/96, também chamada de Lei de Propriedade Industrial, entrou em vigor no ano de 1996.

reforma*contratos são positivos e os das variáveis contratos² e reforma são negativos.

A interpretação para o sinal positivo da variável *contratos* é a de que os contratos de licenciamento funcionam como uma forma de barreira à entrada, o que resulta em menor competição entre as firmas dentro dos setores. Essa redução na competição tende a afetar a eficiência técnica de forma negativa, porque os gestores das firmas menos competitivas estão sujeitos a menores pressões para a minimização dos custos. A interpretação para o sinal negativo do coeficiente da variável *contratos*² é o de que o efeito negativo dos contratos sobre a eficiência técnica diminui à medida que o número de contratos aumenta. A interpretação para o sinal negativo do coeficiente da variável *reforma* é a de que a reforma da lei foi benéfica à eficiência técnica das firmas, muito embora esse efeito total dependa do número de contratos, como indica o sinal positivo da variável de interação *reforma*contratos*. A eficiência técnica dos setores piorou a partir da reforma da lei em função dos contratos de licenciamento.

No que se refere ao parâmetro gama, que é definido como $\gamma = \sigma_U^2 / (\sigma_U^2 + \sigma_V^2)$, observa-se que o mesmo é estatisticamente significativo e próximo da unidade, onde σ_U^2 é a variância dos erros atribuídos à eficiência. O fato desse coeficiente ser estatisticamente diferente de zero mostra que a hipótese nula de que os efeitos de ineficiência não são importantes para o ajustamento do modelo deve ser rejeitada. Com relação ao valor do parâmetro próximo da unidade, constata-se que a variação dos resíduos da regressão deve-se basicamente aos efeitos de ineficiência técnica e não aos efeitos aleatórios.

Tabela 1

Resultados da estimação da fronteira

	Coeficiente	t
Equação de fronteira		
intercepto	3.314	10.634
Lnk*	0.679	11.730
LnI*	0.109	2.196
T*	-0.073	-3.735
Equação de ineficiência		
intercepto	-1.348	-0.934
contratos**	0.932	1.765
contratos ² **	-0.092	-1.783
reforma*	-4.477	-2.052
reforma*contratos**	0.723	1.818
sigma-squared	0.931	2.343
gamma	0.964	45.759
LR test		52.028
likelihood function		-53.462

*significante a 1%

**significante a 10%

Corroborando a importância dos efeitos de ineficiência para o ajustamento do modelo está o teste assintótico LR . Este teste usa a hipótese nula $H_0 : \gamma = 0$ contra a hipótese alternativa $H_1 : \gamma > 0$. A estatística do teste é calculada de acordo com $LR = -2\{\ln[L(H_0)] - \ln[L(H_1)]\}$, onde $L(H_0)$ e $L(H_1)$ são as funções verossimilhança sob as hipóteses nula e alternativa. Nesse caso, observa-se um valor de 52,028 para a estatística LR contra um valor crítico de 18,55 na distribuição qui-quadrado com 6 graus de liberdade com um nível de significância de 1%, o que mostra que a hipótese nula deve ser rejeitada e, portanto, os efeitos aleatórios não são fundamentais para o ajustamento do modelo.

4. A Análise da Equação de Ineficiência

A partir dos resultados obtidos na estimação da equação (4), é possível construir a equação de ineficiência. Para tanto, basta substituir os valores obtidos na Tabela 1 na equação (7), conforme apresentado na equação (8):

$$m_{it} = 0,932 * contratos - 0,092 * contratos^2 - 4,477 * reforma + 0,723 * contratos * reforma \quad (8)$$

A partir da equação (8) é possível verificar dois aspectos: como a reforma da lei de propriedade industrial afeta a ineficiência técnica dos setores, e qual é o efeito dos contratos de licenciamento sobre essa mesma ineficiência. A primeira análise se realiza por intermédio da substituição do número médio de contratos existentes em cada setor nas situações de existência de reforma e de ausência desta e tem como objetivo mostrar o efeito da nova legislação de propriedade industrial sobre o nível de ineficiência dos setores dado o número de contratos de licenciamento de cada um deles. A segunda análise, por outro lado, se realiza por meio da derivada parcial da ineficiência técnica representada pela equação (8) em relação ao número de contratos e pela subsequente substituição dos contratos de licenciamento nas situações de existência e de ausência de reforma e tem como objetivo verificar o efeito marginal dos contratos sobre a ineficiência técnica dos setores.

4.1. O efeito da reforma de propriedade industrial sobre a ineficiência técnica dos setores

Para isolar o efeito da reforma da lei sobre a eficiência técnica dos setores, basta substituir o número médio de contratos e a existência de reforma ou não na equação (8). Essa análise é apresentada na Tabela 2.

A Tabela 2 mostra o efeito da reforma da lei de propriedade industrial sobre ineficiência técnica dos setores e apresenta três colunas: a primeira refere-se ao setor de atividade considerado, a segunda mostra a média da ineficiência técnica sobre cada setor quando a lei não ocorre, $r = 0$, e a terceira mostra a média de ineficiência técnica quando a reforma da lei ocorre, $r = 1$.

Tabela 2

O efeito da reforma da lei de propriedade industrial sobre a eficiência técnica

Setor	r=0	r=1
Extração de minerais	2.1051	0.0858
Produtos alimentares	1.8131	-0.7651
Vestuário, calçados e artefatos de tecidos	2.1011	0.0723
Papel e papelão	2.1496	0.2402
Prod. Farmacêuticos e veterinários	2.3099	0.9595
Prod. Minerais não-metálicos	2.3439	1.8349
Metalúrgica	1.1374	-2.3136
Mecânica	1.4861	-1.5577
Material elétrico e de comunicações	1.4994	-1.5272
Material de transporte	0.9999	-2.5952

De acordo com a segunda e a terceira colunas, observa-se que com o advento da reforma da lei todos os setores melhoraram a sua eficiência técnica, uma vez que todas as médias tornaram-se menores, algumas continuaram positivas e outras tornaram-se negativas. Isto decorre da parametrização estimada na equação (8), que possui alguns coeficientes negativos. A Tabela 2 mostra a valoração da equação (8) avaliada na média dos números de contratos, para cada setor, na ocorrência e na ausência da reforma da lei.

Uma possível intuição para esse resultado é a de que a reforma da lei afeta todos os aspectos relacionados à inovação e não somente os contratos de licenciamento. Dessa forma, se por um lado a lei de propriedade industrial favorece o surgimento de um número maior de contratos de licenciamento e, portanto, contribui para o aumento das barreiras à entrada nos setores, ela também contribui, entre outras coisas, para o surgimento de inovações, o que pode contrabalançar o efeito negativo dos contratos de licenciamento. Esse impacto depende, principalmente, da sensibilidade do processo produtivo do setor considerado de cada um dos ramos contemplados pela nova lei de propriedade industrial, que dispõe sobre: concessão de patentes de invenção e de modelo de utilidade, concessão de registro de desenho industrial, concessão de registro de marca, repressão às falsas indicações geográficas e repressão à concorrência desleal.

4.2. O efeito dos contratos de licenciamento sobre a ineficiência técnica dos setores

Para verificar como a ineficiência técnica dos setores reage a variações no número de contratos de licenciamento, basta derivar a equação (8) em relação ao número de contratos, conforme a equação (9):

$$\frac{\partial m_{it}}{\partial \text{contratos}} = 0,932 - 0,184 * \text{contratos} + 0,723 * \text{reforma} \quad (9)$$

Analisando-se a equação (9) observa-se que o efeito dos contratos de licenciamento sobre a ineficiência técnica dos setores depende dos próprios contratos e da existência (ou a ausência) da reforma de propriedade industrial.

Para verificar como os contratos afetam a eficiência de cada setor individualmente, basta substituir o número médio de contratos de licenciamento de cada setor na equação (9), considerando-se a existência ($r=1$) ou não da reforma da lei ($r=0$). Essa análise é apresentada pela Tabela 3.

Tabela 3

O efeito dos contratos de licenciamento sobre a eficiência técnica

Extração de minerais	0.3065	1.0295
Produtos alimentares	0.4488	1.1718
Vestuário, calçados e artefatos de tecidos	0.3089	1.0319
Papel e papelão	0.2785	1.0015
Prod. Farmacêuticos e veterinários	0.1363	0.8593
Prod. Minerais não-metálicos	-0.0778	0.6452
Metalúrgica	0.6709	1.3939
Mecânica	0.5672	1.2902
Material elétrico e de comunicações	0.5629	1.2859
Material de transporte	0.7076	1.7306

A Tabela 3 mostra como os contratos de licenciamento afetam a ineficiência técnica dos setores e apresenta três colunas: a primeira refere-se ao setor de atividade considerado, a segunda mostra a média da ineficiência técnica em cada setor quando a reforma da lei não ocorre, $r = 0$, e a terceira mostra a média de ineficiência técnica quando a reforma da lei ocorre, $r = 1$.

Com relação à segunda coluna da Tabela 3, constata-se que o efeito dos contratos de licenciamento sobre a ineficiência técnica quando a reforma da lei não ocorre é positivo, com exceção do setor de produtos de minerais não-metálicos, o que mostra que os referidos contratos contribuem para o aumento da ineficiência. A terceira coluna da tabela mostra o mesmo efeito quando a reforma da lei acontece, ou seja, quando $r = 1$. Da mesma forma que na ausência da lei, todos os setores apresentaram médias positivas e superiores àquelas obtidas no primeiro caso, inclusive o setor de produtos de minerais não-metálicos. Esse resultado mostra que com a reforma da lei os setores tornaram-se ainda mais ineficientes tecnicamente com o advento dos contratos de licenciamento.

Da análise dos dois casos apresentados anteriormente, constatam-se dois resultados: o primeiro é o de que, independentemente da existência ou não da reforma da lei, um maior número de contratos de licenciamento existentes em um determinado setor reduz a eficiência técnica do mesmo, com a única exceção ficando por conta do setor de produtos de minerais não-metálicos na ausência de reforma da lei, $r = 0$; o segundo é o de que a reforma da lei potencializou o efeito negativo dos contratos de licenciamento sobre a eficiência técnica.

A explicação para o primeiro resultado está no fato de que os contratos de licenciamento funcionam como forma de barreira à entrada, o que implica um nível de competição dentro do setor inferior àquele que seria considerado ideal, contribuindo, dessa forma, para a redução no nível de eficiência das firmas, que por sua vez tem implicação direta sobre o nível médio de eficiência do setor. A explicação para o segundo resultado, por outro lado, pode estar associado com o efeito da inclusão do mecanismo de licença compulsória no corpo da lei, que, com o seu caráter compulsório pode estar aumentando o incentivo ao licenciamento, uma vez que é prerrogativa da lei permitir ao Estado licenciar a inovação de forma não exclusiva para qualquer concorrente sem o consentimento do inovador.

5. A Análise Não-Paramétrica Usando o Modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*)

Esta seção introduz a análise de fronteiras não-paramétricas para a determinação de medidas de eficiência técnica para os setores industriais brasileiros através do modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*). Inicialmente, será feita uma breve apresentação do modelo, em que as medidas de eficiência técnica serão definidas analiticamente. Em seguida, serão apresentadas as medidas computadas a partir da especificação do modelo, como um passo intermediário para o tópico seguinte, referente ao modelo em painel. Finalmente, será estimado um modelo para dados em painel para se encontrar os efeitos dos contratos de licenciamento sobre a eficiência dos setores industriais, no sentido de corroborar os resultados da seção anterior.

5.1. Uma breve revisão da análise envoltória de dados – DEA

Inicialmente, é preciso esclarecer como as medidas de eficiência serão estabelecidas. Como será estimada uma fronteira de produção que descreverá como os insumos (*inputs*) serão transformados em produtos e serviços (*outputs*), as medidas, propostas por Farrel (1957),⁷ serão uma função da distância entre as observações consideradas eficientes, no sentido das que produzem uma maior quantidade de serviço com uma menor porção de insumos, e as demais observações. Uma das principais vantagens desse método é que ele estima uma fronteira de produção não-paramétrica, isto é, não impõe nenhuma forma funcional para as funções de produção dos agentes analisados. Nesse enfoque, o ponto central é determinar, de acordo com as hipóteses pré-estabelecidas, que observações podem ser consideradas elementos da fronteira. Essa determinação é feita através da resolução, para cada observação, de um sistema de inequações lineares, definido para mensurar o nível de eficiência relativa para cada observação.

Seguindo a discussão inicialmente proposta por Farrel (1957), pode-se medir a eficiência em termos dos insumos (*input-oriented*), ou seja, quanto da quantidade de

⁷ Farrel (1957) apud ((Coelli et alii 1997): 133).

determinado insumo pode ser proporcionalmente reduzida sem que a quantidade de produto se altere, ou, alternativamente, em termos dos produtos (*output-oriented*), isto é, quanto da quantidade de produto pode ser proporcionalmente expandida sem que a quantidade utilizada de insumo se altere. Para o presente trabalho foi escolhida a orientação pelos insumos e para ilustrar essas medidas apresenta-se a Figura 1, no qual constam, para simplificar, apenas dois insumos: x_1 e x_2 , com um produto y .

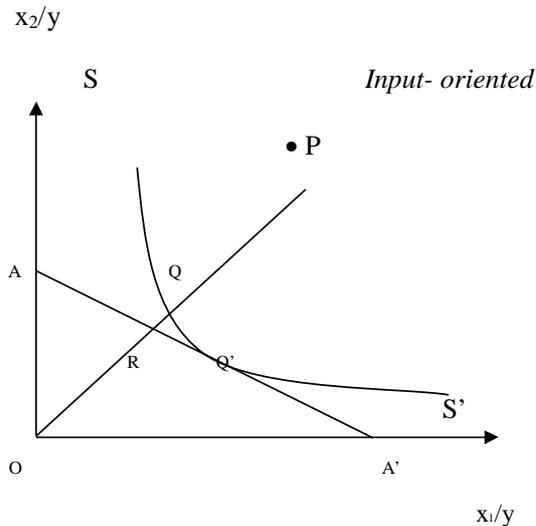


Fig. 1. Orientação pelos insumos

Define-se como DMU (*Decision Making Unit*) a unidade tomadora de decisão que aloca seus recursos de acordo com sua tecnologia e suas restrições. A curva AA' representa a isocusto e a curva SS' representa a isoquanta das DMUs eficientes. A medida de eficiência técnica (TE) da i -ésima DMU é dada por (10):

$$TE_i = \frac{OQ}{OP}, \quad i = 1, \dots, n, \text{ onde } n \text{ é o número de DMU's} \quad (10)$$

que é igual a $1 - \frac{QP}{OP}$. Esse valor da TE varia entre zero e um, e dá o grau de ineficiência técnica da DMU. A medida de eficiência alocativa (AE) da i -ésima DMU é definida por (11):

$$AE_i = \frac{OR}{OQ} \quad (11)$$

desde que a distância RQ represente a redução que poderia ocorrer nos custos de produção se ocorresse a eficiência técnica e alocativa como no ponto Q' . A eficiência econômica total (EE) é dada por (12):

$$EE_i = TE_i x AE_i = \frac{OQ}{OP} x \frac{OR}{OQ} = \frac{OR}{OP} \quad (12)$$

No caso dessas medidas, a isoquanta poderia ser estimada conforme a Figura 1.

O método DEA envolve o uso de programação linear para construir uma superfície não-paramétrica sobre as informações, de maneira que as medidas de eficiência são calculadas relativamente a essa superfície ou fronteira. No referido método são considerados dois tipos de modelos: modelo com retornos constantes de escala e modelo com retornos variáveis de escala. A escolha da orientação do modelo por insumos ou produtos representa uma discussão sobre como se pretende mensurar o desempenho da i -ésima firma e depende intrinsecamente da disponibilidade de dados.

Para iniciar a discussão a respeito do modelo com retornos constantes de escala devem-se definir algumas notações. Suponha que existam K insumos e M produtos para cada uma das N DMUs. A i -ésima DMU é representada pelos vetores coluna x_i e y_i . A matriz insumo $K \times N$, X , e a matriz produto $M \times N$, Y , representam os dados para todas as N DMUs. Sendo assim, o problema de programação linear, no modelo *input-oriented* com retornos constantes de escala, é dado pela equação (13):

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\theta, \lambda} \quad & \theta \\ \text{s.a.} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (13)$$

onde θ é uma escalar e representa a medida de eficiência da i -ésima DMU e λ é um vetor $N \times 1$ de constantes relativos aos pesos que cada observação tem na amostra.

No problema de programação linear (13) observa-se a existência de uma função objetivo, θ , duas restrições lineares em forma de desigualdade e uma condição de não-negatividade. O valor θ satisfaz a seguinte condição: $0 \leq \theta \leq 1$, de tal forma que quanto mais próximo de 1 estiver o valor do parâmetro considerado mais eficiente tecnicamente é a DMU; as duas restrições lineares, também chamadas de fronteira de produto e fronteira de insumo, asseguram que os pontos projetados não podem estar fora do conjunto factível da isoquanta; e a condição de não-negatividade, que as ponderações são não negativas.

Segundo Coelli et alii (1997), o uso da hipótese de retornos constantes de escala somente é apropriado quando todas as DMUs estão operando no nível de escala ótimo. No entanto, as imperfeições do mercado, as restrições de crédito, entre outras coisas podem fazer com que as DMU's não estejam operando nas suas escalas ótimas.

Diante da hipótese restritiva de que o modelo DEA com retornos constantes de escala somente é apropriado quando as DMUs estão operando no seu nível ótimo de escala, Banker et alii (1984) propuseram um modelo onde os retornos de escala fossem variáveis. A idéia básica dos autores é a de que a estimação da fronteira

de eficiência com retornos constantes de escala quando nem todas as DMUs estão operando em escala ótima pode fazer com que as medidas de eficiência técnica sejam confundidas com as de eficiências de escala.

Para caracterizar o modelo com retornos variáveis de escala, basta acrescentar à equação (13) a restrição de convexidade, $N1$, que é um vetor $N \times 1$ unitário. Dessa forma, o modelo de programação linear toma o formato da equação (14):

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\theta, \lambda} \quad & \theta \\ \text{s.a.} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & N1'\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \tag{14}$$

A restrição de convexidade assegura que uma DMU ineficiente é somente uma referência para as DMUs de tamanho similar. Isto é, o ponto projetado na fronteira DEA será a combinação convexa das DMUs observadas. Como essa restrição não é imposta no modelo com retornos constantes de escala, uma DMU pode ser referência para as DMUs que são substancialmente diferentes em tamanho em relação a ela.

Como os 10 setores considerados na análise diferem em tamanho, enfrentam níveis diferenciados de restrição ao crédito e se defrontam com problemas distintos de informação, optou-se por utilizar o modelo de retornos variáveis de escala. Além disso, essa escolha se justifica porque não há informações adicionais sobre o tipo de retorno dos setores *a priori* e, ademais, o foco aqui não é investigar qual o tipo de retorno de escala dos setores.

5.2. A especificação do modelo DEA e a fronteira de eficiência

Para computar as medidas de eficiência técnica de cada setor, relativas à fronteira de produção que reflete a melhor prática, especificou-se a função de produção apresentada na equação (15):

$$Y = F(K, L) \tag{15}$$

onde Y representa o produto de cada setor, K e L representam as quantidades de capital e trabalho usados por cada setor respectivamente, conforme definido na subseção 3.2. Embora o modelo DEA fora inicialmente desenhado para modelar unidades tomadoras de decisão homogêneas, com os mesmo insumos e produtos para cada DMU, muitos trabalhos têm usado outros tipos de DMUs em suas análises.⁸ Para este trabalho, os dados disponíveis para cada firma se encontravam agregados em capital e trabalho, conforme descrito anteriormente, embora essas

⁸ Ver Kittelsen e Magnussen (2003), Duggan (2000). Estes trabalhos usam hospitais como DMUs que agregam alguns de seus insumos e produtos.

variáveis sejam diferentes em sua desagregação, de acordo com a natureza do setor. Esta é uma limitação que este tipo de análise apresenta, quando não se trata de um setor em particular. A partir dessa especificação, foi calculado o modelo DEA, com retornos variáveis de escala para os 10 setores e para cada ano da amostra, totalizando 90 DMUs na análise. Chegou-se aos seguintes resultados para a estatística descritiva da fronteira de eficiência técnica, conforme apresentado na Tabela 4:

Tabela 4

Estatística descritiva da fronteira de eficiência técnica (DEA)

média	0.92
desvio	0.07
curtose	-2.26
assimetria	-0.49
máximo	1.00
mínimo	0.72

Verificou-se que apenas três setores foram integrantes da fronteira de eficiência, isto é, $\theta_{vrs} = 1$. É possível notar a baixa dispersão dos outros setores frente aos setores eficientes dada pelo desvio padrão de apenas 0,068 e pelo θ_{vrs} mínimo de 0,72. Isso significa que a distribuição dos *scores* de eficiência não varia muito, embora os setores entre si sejam distintos. De fato, cada setor produz um tipo de produto diferente, característico às suas atividades, porém está usando basicamente capital e trabalho suas funções. Adicionalmente em suas funções. Adicionalmente, supõe-se que cada firma incluída no setor é um agente maximizador de lucro, o que faria com que atingisse a melhor prática possível, dadas suas restrições.

Como as medidas θ do DEA são determinísticas e muito sensíveis a variações nos dados, faz-se necessário o uso de uma abordagem que envolva um componente estocástico para verificar os efeitos dos contratos de licenciamento e da reforma da lei de propriedade industrial incidente sobre os setores industriais brasileiro. As medidas θ encontradas acima apresentam-se como um passo intermediário para a análise paramétrica que se segue. Dessa forma, será estimado um modelo de regressão para dados em painel com o intuito de verificar o impacto dos contratos e da reforma sobre a eficiência técnica dos setores.

6. Os Contratos de Licenciamento e a Eficiência Técnica dos Setores Industriais Brasileiros para Dados em Painel

Este tópico tem como objetivo corroborar os resultados obtidos na seção 2.3 usando a mesma especificação da seção 2.2 (equação de ineficiência) para as variáveis independentes, com a diferença de que a variável dependente agora é o vetor θ_i das medidas de eficiência obtidas pelo modelo DEA descrito acima.

Inicialmente, adequou-se o modelo teórico para dados em painel, novamente com 90 observações para o período de 1992 a 2000, especificado conforme equação (16):

$$\theta_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{contratos}_i + \beta_2 \text{contratos}^2 + \beta_3 \text{reforma} + \beta_4 \text{contratos} * \text{reforma}_i + \epsilon_{it} \quad (16)$$

No entanto, verificou-se que o modelo se encontrava melhor ajustado utilizando o logaritmo da variável dependente θ contra o logaritmo da variável contratos e mantendo as duas *dummies* anteriores para a reforma da lei. Isso explica-se porque a variável dependente θ é uma combinação linear de um conjunto de variáveis (capital e trabalho) e, quando não transformada, ficaria restrita entre 0 e 1. Isto faz com que o estimador de mínimos quadrados ordinários (OLS) do vetor de parâmetros seja inconsistente, no sentido de que não converge em probabilidade para o verdadeiro parâmetro desconhecido. No entanto, Banker e Natarajan (2001) e Valdmanis e Blank (2002) mostram que o uso de $\ln(\theta)$ como variável dependente gera estimadores de mínimos quadrados consistentes e não-viesados, se os valores computados são estritamente positivos.⁹ Com a normalização logarítmica foi necessária a retirada do componente quadrático dos contratos para evitar o problema da multicolinearidade. O modelo apresentado em (16) foi controlado para a heteroscedasticidade é apresentado na equação (17):

$$\ln \theta_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{contratos}_i + \alpha_3 \text{reforma} + \alpha_4 \ln \text{contratos} * \text{reforma}_i + v_{it} \quad (17)$$

Os resultados da estimação são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5
Resultados da estimação da equação de eficiência

	coeficiente	t
Equação de eficiência		
intercepto	-0.02	-0.90
ln contratos	-0.05	-2.68
reforma	-0.07	-2.63
reforma*ln contratos	0.03	1.48
F(3.77)		14.39

A Tabela 5 apresenta três colunas: a primeira refere-se às variáveis independentes do modelo apresentado na equação (17), a segunda mostra o valor e o sinal dos coeficientes das variáveis consideradas, e a terceira coluna apresenta os valores da estatística t. Como pode-se verificar, o coeficiente das variáveis lncontratos e reforma apresentaram sinais negativos e foram significantes a 5%.

⁹ Outro tratamento dado ao problema é visto Xue e Harker (1999).

6.1. O efeito da reforma da lei sobre a eficiência técnica dos setores

A partir dos resultados obtidos na estimação da equação (17) é possível construir-se a equação estimada. Para tanto, basta substituir os valores obtidos na Tabela 5 na equação (17), conforme na equação (18):

$$\ln \theta = -0.0512 * \ln \text{contratos} - 0.0672 * \text{reforma} \quad (18)$$

Exponenciando a equação (18), tem-se (19):

$$\theta = e^{(-0.0672 * \text{reforma})} \text{contratos}^{-0.0512} \quad (19)$$

Novamente, a partir da equação (19) têm-se dois casos: o primeiro quando não existe a reforma da lei de propriedade industrial, ou seja, $r = 0$, e quando existe a referida lei, $r = 1$. Nesse caso, a eficiência sem e com a reforma da lei são respectivamente apresentadas em (20) e em (21):

$$\theta = \text{contratos}^{-0.0512} \quad r = 0 \quad (20)$$

$$\theta = e^{(-0.0672)} \text{contratos}^{(-0.0512)} \quad r = 1 \quad (21)$$

Para isolar o efeito da reforma da lei sobre a eficiência técnica dos setores, basta substituir o número médio dos contratos e o valor do neperiano nas equações (20) e (21). Essa análise é apresentada na Tabela 6:

Tabela 6

O efeito da reforma da lei de propriedade industrial sobre a eficiência técnica

Setor	r=0	r=1
Extração de minerais	0.9404	0.9555
Produtos alimentares	0.9428	0.9579
Vestuário, calçados e artefatos de tecidos	0.9404	0.9555
Papel e papelão	0.9400	0.9551
Prod. Farmacêuticos e veterinários	0.9381	0.9532
Prod. Minerais não-metálicos	0.9359	0.9509
Metalúrgica	0.9486	0.9638
Mecânica	0.9455	0.9606
Material elétrico e de comunicações	0.9454	0.9605
Material de transporte	0.9501	0.9653

A Tabela 6 mostra que a reforma da lei aumentou a eficiência técnica de todos os setores. Esse resultado corrobora o obtido com o modelo de fronteira estocástica e pode ser explicado pelo fato de que a reforma da lei afeta todos os aspectos relacionados à inovação e não somente os contratos de licenciamento. Portanto, se, por um lado, a nova lei favoreceu o surgimento de contratos de licenciamento,

contribuindo para o aumento de barreiras à entrada, por outro, ela também possibilitou o surgimento de inovações, o que contrabalança o efeito negativo dos contratos de licenciamento.

6.2. O efeito dos contratos de licenciamento sobre a eficiência técnica dos setores

Para verificar como a eficiência técnica dos setores reage a variações no número de contratos de licenciamento na situação de ausência e de presença da reforma da lei, basta derivar as equações (20) e (21) em relação ao número de contratos, conforme apresentado em (22) e (23), respectivamente:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \text{contratos}_{r=0}} = (-0,0512) \text{contratos}^{(-1.0512)} \quad (22)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial \text{contratos}_{r=1}} = (-0,0512)e^{(-0.0672)} \text{contratos}^{(-1.0512)} \quad (23)$$

Como pode ser verificado, o efeito dos contratos de licenciamento sobre a eficiência técnica dos setores depende dos próprios contratos, tanto na situação de ausência da reforma quanto de presença da mesma. Nesse sentido, para verificar como os contratos afetam a eficiência de cada setor individualmente, basta substituir o número médio de contratos de licenciamento de cada setor nas equações (22) e (23). Essa análise é apresentada na Tabela 7:

Tabela 7

O efeito dos contratos de licenciamento sobre a eficiência técnica

Setor	r=0	r=1
Extração de minerais	-0.0027	-0.0028
Produtos alimentares	-0.0035	-0.0036
Vestuário, calçados e artefatos de tecidos	-0.0027	-0.0028
Papel e papelão	-0.0026	-0.0026
Prod. Farmacêuticos e veterinários	-0.0021	-0.0022
Prod. Minerais não-metálicos	-0.0017	-0.0017
Metalúrgica	-0.0066	-0.0067
Mecânica	-0.0047	-0.0048
Material elétrico e de comunicações	-0.0047	-0.0047
Material de transporte	-0.0077	-0.0079

A Tabela 7 mostra o efeito dos contratos de licenciamento sobre a eficiência técnica dos setores. Como pode-se observar, os contratos de licenciamento guardam uma relação inversa com a eficiência técnica dos setores e a reforma da lei potencializou o efeito negativo dos contratos de licenciamento. Esses dois resultados corroboram os resultados obtidos com a estimação da fronteira estocástica, sendo,

portanto, o primeiro atribuído ao caráter de barreiras à entrada dos contratos de licenciamento e o segundo a inclusão da licença compulsória no corpo da lei.

7. Conclusão

O presente artigo analisou o efeito dos contratos de licenciamento sobre a eficiência técnica dos setores industriais brasileiros. Para atingir tal objetivo foram utilizadas duas metodologias: a metodologia de fronteira estocástica nos moldes de Battese e Coelli (1995) e a metodologia da análise envoltória de dados com o auxílio da estimação de dados em painel. Para a metodologia de fronteira estocástica utilizaram-se os contratos de licenciamento como variável explicativa da equação de ineficiência. No caso da segunda metodologia, estimou-se o efeito dos contratos de licenciamento sobre a eficiência técnica dos setores em dois estágios: no primeiro estágio foi estimada uma fronteira não paramétrica para obter a eficiência dos setores, e no segundo estágio estimou-se um painel da eficiência contra contratos de licenciamento, variável de reforma da lei da propriedade industrial e variável de interação entre reforma e contratos de licenciamento.

Três foram os resultados obtidos com ambas as metodologias: os contratos de licenciamento e a eficiência técnica relacionam-se de forma inversa, a reforma da lei tornou todos os setores mais eficientes tecnicamente e a referida reforma potencializou o efeito negativo dos contratos de licenciamento sobre a eficiência técnica.

O argumento que justifica o primeiro resultado está associado com o fato de que os contratos de licenciamento funcionam como forma de barreira à entrada e, portanto, um nível de competição dentro do setor inferior àquele que seria ideal contribui para a redução no nível de eficiência das firmas, que por sua vez afeta o nível de eficiência do setor.

Com relação ao efeito positivo da reforma da lei de propriedade industrial sobre a eficiência técnica dos setores, o argumento é o de que a nova lei gerou incentivos para os outros ramos da propriedade industrial que não só os contratos de licenciamento. Dessa forma, se, por um lado, a lei de propriedade industrial favorece o surgimento de um número maior de contratos de licenciamento e, portanto, contribui para o aumento das barreiras à entrada nos setores, por outro ela também contribui, entre outras coisas, para o surgimento de novas inovações, o que contrabalança o efeito negativo dos contratos de licenciamento. Esse impacto depende, principalmente, da sensibilidade do processo produtivo do setor considerado de cada um dos ramos contemplados pela nova lei.

O argumento para explicar o terceiro resultado pode estar associado com o efeito da inclusão do mecanismo de licença compulsória no corpo da lei, que, com o seu caráter compulsório, pode estar aumentando o incentivo ao licenciamento, uma vez que é prerrogativa da lei permitir ao Estado licenciar a inovação de forma não exclusiva para qualquer concorrente sem o consentimento do inovador. O aumento de contratos de licenciamento, por outro lado, reduz a competição entre as firmas

e, conseqüentemente, a eficiência técnica média do setor.

Referências bibliográficas

- Aigner, D., Lovell, C., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6:21–37.
- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some models for estimating scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30:1078–1092.
- Banker, R. & Natarajan, R. (2001). Evaluating contextual variables affecting productivity using data envelopment analysis. Working Paper Series – University of Texas at Dallas, Apr.
- Battese, G. & Coelli, T. (1992). Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to Paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, 3:153–169.
- Battese, G. & Coelli, T. (1995). A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20:325–332.
- Battese, G. & Corra, G. (1977). Estimation of a production frontier model: With application to the Pastoral Zone of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21:169–179.
- Coelli, T., Rao, P., & Battese, G. (1997). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.
- Coelli, T. A. (1996). A guide to FRONYIER version 4.1: A computer program for stochastic frontier production and cost function estimation. Centre for Efficiency and Productivity Analysis, CEPA Working paper 96/05, Austrália.
- Cohen, W., Nelson, R., & Walsh, J. (2000). Protecting their intellectual assets: Appropriability conditions and why U. S. manufacturing firms patent (or not). National Bureau of Economic Research, NBER Working paper 7552, February.
- Del Nero, P. (1998). *Propriedade Intelectual: A Tutela Jurídica Da Biotecnologia*. Editora Revista dos Tribunais, São Paulo.
- Duggan, M. (2000). Hospital ownership and public medical spending. *Quarterly Journal of Economics*, 115:1343–1374.
- Eswaran, M. (1994). Licenses s entry barriers. *The Canadian Journal of Economics*, 27:673–688.
- Farrel, M. (1957). The measurement of productivity efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A*, CXX, part 3.
- Ferreira, P. & Malliagros, T. (1998). Impactos produtivos da infra-estrutura no Brasil – 1950/95. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 28(2):315–338.
- Gallini, N. (1984). Deterrence by market sharing: A strategic incentive for licensing. *The American Economic Review*, 74:931–941.
- Gallini, N. & Winter, R. (1985). Licensing in the theory of innovation. *The RAND Journal of Economics*, 16(2):237–252.
- Kittelsen, S. & Magnussen, J. (2003). Economies of scope in Norwegian hospital production – A DEA analysis. Health Economics Research Programme – University of Oslo Working paper 8.
- Meeusen, W. & Van Den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, 18:435–444.

- Mendonça, E. & Oliveira, A. (2003). O efeito dos contratos de licenciamento sobre a manutenção do segredo da inovação. In: Anais XXXI Encontro Nacional da ANPEC, Porto Seguro.
- Muendler, M. (2003). The database pesquisa industrial anual 1986-2001: A detective's report. University of California, San Diego, mimeo.
- Valdmanis, V. G. & Blank, J. L. T. (2002). A modified three stage DEA: An application to home for mentally disabled in Netherlands. Mimeo.
- Xue, M. & Harker, P. (1999). Overcoming the inherent dependency of DEA efficiency scores: A bootstrap approach. Working paper, University of Pennsylvania, The Wharton School, mimeo.
- Young, A. (1995). The tyranny of numbers: Confronting the statistical realities of the East Asian growth experience. *The Quarterly Journal of Economics*, 110:641-680.

Apêndice A

Construção da Taxa Média de Crescimento do Investimento

A taxa média de crescimento do investimento foi calculada em duas etapas:

1ª etapa – Cálculo do investimento por setor

A partir da série de estoque de capital calculado com base na equação (5), obtém-se o valor do investimento, ou seja:

$$I_{i,t} = K_{i,t} - (0,9) * K_{i,t-1} \quad (24)$$

onde $I_{i,t}$ é o investimento do setor i no instante t , $K_{i,t}$ é o estoque de capital do setor i no instante t e $K_{i,t-1}$ é o estoque de capital do setor i no instante $t - 1$.

2ª etapa – Cálculo da taxa de crescimento do investimento

A partir do valor do investimento obtido na etapa anterior procede-se à divisão deste pelo valor do estoque de capital do período imediatamente anterior, ou seja:

$$\text{taxa investimento} = \frac{I_{i,t}}{K_{i,t-1}} \quad (25)$$

A partir da equação (25) obtêm-se as seguintes taxas de crescimento médio para o crescimento do investimento:

Tabela A1	
Taxa média de crescimento do investimento – 1993-2000	
Extração de minerais	8.8%
Produtos alimentares	9.5%
Vestuário, calçados e artefatos de tecidos	8.7%
Papel e papelão	9.5%
Prod. Farmacêuticos e veterinários	12.6%
Prod. Minerais não-metálicos	9.0%
Metalúrgica	10.2%
Mecânica	10.0%
Material elétrico e de comunicações	8.8%
Material de transporte	10.5%
Taxa média	9.8%

Apêndice B

Harmonização entre as Amostras da PIA (1992-1995 e 1996-2000)

Tabela B1

Conformidade entre os códigos de setores segundo Classificação de Atividades Industriais (Nível 100) e Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE)

Setor	Período			
	1992-1995		1996-2000	
	Código	Descrição	Grupo	Descrição
1-Extração de minerais	210-0	Extração de minerais metálicos	13.1	Extração de minério de ferro
			13.2	Extração de minerais metálicos não ferrosos
6-Fabricação de prod. minerais não metálicos	220-8	Extração de minerais não metálicos	14.1	Extração de pedra, areia e argila
			14.2	Extração de outros minerais não-metálicos
	410	Fabricação de cimento e Clínquer	26.2	Fabricação de cimento
	420	Fabricação de peças e estruturas de cimento concreto e fibrocimento	26.3	Fabricação de artefatos de concreto, cimento e fibrocimento
7-Metalúrgica	430	Fabricação de vidro e artigos de vidro	26.1	Fabricação de vidro e produtos de vidro
	440	Fabricação de outro produtos de minerais não metálicos	26.4	Fabricação de produtos cerâmicos
			26.9	Fabricação de aparelhamento de pedras e fab. de cal e de outros prod. de minerais não metálicos
7-Metalúrgica	610	Metalurgia de não-ferrosos	27.4	Metalurgia dos metais não-ferrosos
	710	Fab. de fundidos e forjados de aço	27.5	Fundição
	720	Fabricação de outros produtos metalúrgicos	27.1	Produção de ferro-gusa e de ferroligas
8-Mecânica	810	Fab. de máquinas, equipamentos e instalações, inclusive peças e acessórios	27.2	Siderurgia
			27.3	Fabricação de tubos – exceto em siderúrgicas
			29.1	Fabricação de motores, bombas, compressões e equipamentos de transmissão
			29.2	Fab. de máquinas e equipamentos em geral
			29.4	Fabricação de máquinas ferramenta
	29.6	Fab. de outras máq. e equip. de uso específico		
	29.5	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração de mineral e construção		
820	Fabricação de tratores e máquinas rodoviárias, inclusive peças e acessórios	29.3	Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura, avicultura e obtenção de produtos animais	
910	Manutenção, reparação e instalação de máquinas	29.9	Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos	
9-Material elétrico e de comunicações	1010	Fabricação de equipamentos para produção e distribuição de energia elétrica	31.2	Fabricação de equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica
			31.5	Fab. de lâmpadas e equipamentos p/iluminação
	1020	Fab. de condutores e outros mat. elétricos, exclusive veículos	31.3	Fab. de fios, cabos e condutores eléct. isolados
			31.4	Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores de energia elétrica
	1030	Fab. de aparelhos e eq. elétricos, inclusive máq. e utensílios p/esc., peças e acessórios	31.1	Fab. de geradores, transformadores e mat. elétricos
			31.9	Fab. de outros eq. e aparelhos elétricos
			29.8	Fab. de eletrodomésticos
1110	Fab. de material e aparelhos eletrônicos e de comunicações	30.1	Fab. de máquinas para escritório para processamento de dados	
		32.1	Fab. de mat. eletrônico básico	

	1120	Fab.de receptores de tv, rádio e equipamentos de som	32.2	Fab.de apar.e equip.de telefonia radiotelefonia, transmissores de tv e rádio
			32.3	Fab.de aparelhos receptores de rádio, tv e reprodução, gravação ou amplificação de som e vídeo
			33.3	Fab.de máq.,ap. e eq. de sistemas eletr.dedicados à automação ind. e ao controle do processo produtivo
10-Material de transporte	1210	Fab.de automóveis, caminhões e onibus	34.1	Fab.de automóveis,camionetas e utilitários
			34.2	Fab.de caminhões e onibus
	1310	Fab.de motores e peças para veículos	34.3	Fab. de cabines,carrocerias e reboques
			34.4	Fab.peças/acessórios p/veículos automotores
			34.5	Recondicionamento ou recuperação de motores p/veículos automotores
	1320	Indústria naval, inclusive reparação	35.1	Fab.de outros eq. de transporte, construção e reparação de embarcações
	1330	Fab. e reparação de veículos ferroviários	35.2	Construção, montagem e reparação de veículos ferroviários
	1340	Fab.de outros veículos	35.3	Construção, montagem e rep.de aeronaves
4-Papel e papelão	1510	Fab.de celulose e pasta mecânica	21.1	Fab.de celulose e outras pastas p/a fab. de papel
	1520	Fab. de papel, papelão e artefatos de papel	21.2	Fab. de papel, papelão liso, cartolina e cartão
			21.3	Fab.de embalagens de papel ou papelão
			21.4	Fab.art.div.de papel,papelão,cartolina,cartão
5-Prod.farmacêuticos e veterinários	2010	Ind.farmacêutica	24.5	Fab.de prod.farmacêuticos
3-Vestuário, calçados artefatos de tecidos	2310	Fab.de artigos do vestuário Acessórios	18.1	Confecção do vestuário
			18.2	Fab.de acessórios e de segurança profissional – exceto calçados
	2440	Indústria do couro e peles e fab.de artigos de viagem	19.1	Curtimento e outras preparações de couro
			19.2	Fab.de art.p/viagem e artefatos div.de couro
	2420	Fab.de calçados	19.3	Fab. de calçados
Produtos alimentares	2510	Indústria do café	15.7	Torrefação e moagem
	2610	Beneficiamento de arroz		
	2620	Moagem de trigo		
	2630	Preparação de conservas de frutas e legumes inclusive sucos e condimentos	15.2	Processamento, preservação e produção de frutas, legumes e outros vegetais
	2640	Beneficiamento de outros produtos de origem vegetal p/alimentação		
	2710	Abate e preparação de carnes	15.1	Abate e preparação de prod.carne e pescado
	2720	Abate e preparação de aves		
	2810	Resfriamento e preparação do leite e laticínios	15.4	Laticínios
	2910	Indústria do açúcar	15.6	Fabricação de refino de açúcar
	3010	Fab.de óleos vegetais em bruto	15.3	Produção de óleos e gord.veg.animais
	3020	Refino de óleos vegetais e fab. de gorduras p/alimentação		
	3110	Fabricação de alimentos p/animais	15.5	Moagem,fab.de prod.amiláceos e de rações balanceadas p/animais
	3120	Outras indústrias alimentares	15.8	Fab.de outros prod.alimentícios

Apêndice C

Construção da Variável Contratos de Licenciamento Referentes à Exploração de Patentes

Devido à ausência de informações sobre contratos de licenciamento referentes à exploração de patentes, utilizaram-se os dados referentes aos certificados de averbação por categoria contratual (Tabela C1) e os dados referentes aos certificados de averbação por setor de atividade (Tabelas C2 e C3). Essas tabelas são disponibilizadas pelo INPI.

Tabela C1

Número de certificados de averbação por categoria contratual									
ANO	UM	EP	FT	SAT	FRA	P&D	OUT	TOTAL	Participação
1992	893	64	167	607	4	-	-	1735	3.69%
1993	757	65	175	555	31	1	-	1584	4.10%
1994	434	62	216	516	30	8	3	1269	4.89%
1995	403	60	228	585	59	5	3	1343	4.47%
1996	376	43	241	798	54	15	16	1543	2.79%
1997	244	27	210	644	65	3	24	1217	2.22%
1998	248	25	269	871	68	1	38	1520	1.64%
1999	262	37	223	953	41	-	49	1565	2.36%
2000	226	34	214	1077	51	-	85	1687	2.02%

Fonte Dirtec/INPI.

UM - utilização de marca

EP - exploração de patente

FT - fornecimento de tecnologia

SAT - serviço de assistência técnica

FRA - franquia

P&D - pesquisa e desenvolvimento

OUT - outros

Tabela C2

Número de certificados de averbação por setor de atividade – 1992-2000

SETORES (IBGE)	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Extração de minerais	91	88	75	91	146	145	103	110
Material de transporte	116	70	87	87	167	109	110	114
Material elétrico e de comunicações	133	122	78	63	86	62	104	94
Mecânica	146	144	112	122	89	71	101	100
Metalúrgica	163	148	170	158	181	177	272	198
Prod. minerais não-metálicos	53	42	45	31	55	49	49	45
Papel e papelão	56	71	66	74	84	37	48	68
Prod. Farmacêutico e veterinário	129	107	56	65	53	52	45	60
Produtos alimentares	79	82	55	63	46	48	49	63
Vestuário, calçados e artefatos de tecidos	70	50	29	28	39	17	23	23

Fonte: Dirtec/INPI.

Tabela C3

Número de certificados de averbação por setor de atividade – 2000

SETORES (IBGE)	2000
Extração de Minerais Metálicos	36
Fabricação de Artigos de Borracha e Plástico	37
Fabricação de Celulose, Papel e Produtos de Papel	70
Fabricação de Coque, Refino de Petróleo	66
Fabricação de Máquinas, Aparelhos e Materiais Elétricos	30
Fabricação de Máquinas e Equipamentos	97
Fabricação de Produtos Alimentícios e Bebidas	72
Fabricação de Produtos de Metal - Exclusive Máq. E Equip.	101
Fabricação de Produtos de Minerais Não-Metálicos	41
Fabricação de Produtos Químicos	179
Fabricação e Montagem de Veículos Automotores	137
Metalúrgica Básica	161

Fonte: Dirtec/INPI

Para o ano de 2000 foi adotado o mesmo processo de harmonização apresentado no Apêndice A.

A partir das referidas tabelas, calcula-se o número de contratos de licenciamento dos dez setores selecionados pela seguinte fórmula:

$$\text{no. contratos} = \text{participação} * \text{no. averbação setor} \quad (26)$$

onde a participação é o percentual calculado na Tabela C1.