

Abertura Econômica e o Desempenho da Produtividade da Indústria Brasileira de  
1985/1996: Uma Abordagem Utilizando o Índice de Malmquist e a Teoria da  
Fronteira Estocástica

**Palavras-Chave:** Produtividade Total, Abertura Econômica e Indústria.

Flávio Ataliba Barreto

Professor do Curso de Pós-Graduação em Economia – CAEN da UFC

Doutor em Economia pela FGV/RJ

Pós-Doutorando Harvard University

Avenida da Universidade 2700, 2º Andar.

Benfica, Fortaleza Ceará. CEP: 60.020-181.

Fone: 281.3722, Fax: 243.6887.

[ataliba@ufc.br](mailto:ataliba@ufc.br)

Emerson Marinho

Professor do Curso de Pós-Graduação em Economia – CAEN da UFC

Doutor em Economia pela FGV/RJ

Avenida da Universidade 2700, 2º Andar.

Benfica, Fortaleza Ceará. CEP: 60.020-181.

Fone: 281.3722, Fax: 243.6887.

[emarinh@ufc.br](mailto:emarinh@ufc.br)

Tereza Oliveira

Mestranda em Negócios Internacionais na Southern New Hampshire University/USA

Avenida da Universidade 2700, 2º Andar.

Benfica, Fortaleza Ceará. CEP: 60.020-181.

Fone: 281.3722, Fax: 243.6887.

[toliveira2812@yahoo.com.br](mailto:toliveira2812@yahoo.com.br)

**Área de Interesse: Teoria Econômica e Métodos Quantitativos**

Maio 2002

# **Abertura Econômica e o Desempenho da Produtividade da Indústria Brasileira de 1985/1996: Uma Abordagem Utilizando o Índice de Malmquist e a Teoria da Fronteira Estocástica**

## **RESUMO**

Neste artigo analisa-se a evolução da produtividade total da indústria de transformação brasileira de 1985 a 1997, período que caracteriza a abertura comercial a partir de 1990. Em vista deste objetivo, utiliza-se a teoria da fronteira estocástica para calcular o índice de produtividade total de Malmquist o qual pode ser decomposto nos índices de variação de eficiência técnica e variação tecnológica. Os resultados encontrados mostram que o impacto inicial da redução de tarifas reduziu o nível de eficiência técnica da indústria enquanto, a estabilidade de preços e a política de desvalorização cambial tiveram influência positiva. Outra conclusão importante obtida é que os ganhos de produtividade total, em todo o período analisado, foram muito mais devidos à variação tecnológica (difusão) do que à variação de eficiência técnica.

## **ABSTRACT**

This paper analyses the evolution of Total Factor Productivity of the Brazilian manufacturing industry during the period 1985-1997. Such period is characterized by a dramatic increase in the openness of the Brazilian economy. The methodology used was the stochastic frontier production function that allows to construct the Malmquist productivity index and to decompose it in a part that is due to change in technical efficiency and another one that is due to technological change. The main findings of the paper show that the initial impact of tariff reduction decreased technical efficiency whilst price stability and exchange rate devaluation acted positively on technical efficiency. Moreover, it can be concluded that gains in productivity during the period were mostly due to technological change rather than to change in technical efficiency.

**Keywords:** Total Productivity, Economic Openness, and Industry.

## **I. Introdução**

Desde a segunda guerra mundial, diversos países do terceiro mundo, especialmente da América Latina, acreditavam que o modelo de substituição de importação fosse o fundamento básico para uma adequada política de desenvolvimento. A idéia principal era que o crescimento econômico poderia ser acelerado pelo fortalecimento do setor industrial e a conseqüente redução da importância relativa da agricultura.

Segundo os críticos desse modelo, a política de restrição ao comércio era inadequada, uma vez que a vantagem comparativa dos países em desenvolvimento se concentrava na produção primária e a proteção industrial teria pouco sucesso de produzir ganhos expressivos de produtividade o que prejudicaria a produtividade total da economia. Por outro lado, seus

defensores sustentavam a idéia da necessidade inicial de proteção da indústria nascente para se obter ganhos de escala futuro e acelerar o processo de aprendizagem.

A década de 80 foi caracterizada por diversos choques na economia brasileira. A crise da dívida externa no início desse período com a conseqüente moratória em 1982 e a implementação de diversos planos heterodoxos a partir de 1986, com o cruzado, produziram diversas incertezas na economia. As políticas orientadas para o setor industrial durante esse período eram fortemente centradas na restrição ao comércio com imposição de tarifas e quotas de importação, além da existência de múltiplas linhas de financiamento com créditos subsidiados e diversas formas de incentivos e isenções fiscais. A Lei de Similar Nacional, por exemplo, foi um instrumento utilizado pelo governo para garantir mercado para as firmas brasileiras. Nesse contexto, o setor industrial experimenta baixa produtividade. Segundo Ferreira e Rossi (1999), entre 1985 e 1989, a produtividade do trabalho medido por produto/trabalhador declinou a uma taxa anual de 1,61%, enquanto usando o conceito de produto/horas trabalhadas a redução foi de 0,57%.

A partir do início da década de 90, o governo brasileiro iniciou um amplo processo de liberação comercial como mostra os dados da tabela 1. Um dos principais instrumentos utilizados foi a redução significativa das tarifas nominais de diversos gêneros da indústria de transformação. Para se ter uma idéia da intensidade com que se deu o processo de abertura comercial, a tarifa média que era em torno de 104,97% até 1989, reduziu-se para 34% em 1990 e para 13,37% a partir de 1993. Dezesesseis gêneros da indústria de transformação apresentados tiveram redução de tarifas, sendo que as maiores, em termos relativos, ocorreram nas indústrias produtoras de bens de consumo, apesar desse segmento continuar apresentando uma maior proteção quando comparado aos setores de bens intermediários e bens de capital (tabela 1).

Tabela 1

Tarifa Nominal Média de Importação (%)

Gêneros	1985-1989	1990-1993	1994-1995
Minaerais não metálicos	87,7	18,97	7,18
Metalúrgica	65,15	21,33	12,41
Mecânica	58,88	31,59	16,76
Material Elétrico e de Comunicações	91,73	34,69	18,31
Material de transportes	105,53	40,65	24,69
Madeira	-	-	-
Mobiliário	-	-	-
Papel e papelão	75,8	17,34	10,48
Borracha	95,58	37,12	12,63
Couros e peles	-	-	-
Química	32,48	16,7	6,63
Farmacêutica	43,28	11,92	8,58
Perfumaria, sabões e velas	158,83	44,4	8,58
Produtos de matérias plásticas	142,93	34,79	16,3
Têxtil	142,03	39,54	15,18
Vestuários, calçados e artefatos de tecidos	166,55	45,31	19,55
Produtos alimentares	77,5	23,51	12,53
Bebidas	159,5	54,66	13,93
Fumo	176,1	60,55	10,16
Editorial e gráfica	-	-	-
Diversas	-	-	-
Média	104,97	34,00	13,37

Fonte : Pinheiro e Almeida (1994), Kume (1996).

Como parte desse processo, o governo lançou mão de outro instrumento, a remoção de barreiras não tarifárias, entre 1988-1993, já que 21% das importações brasileiras estavam sujeitas às licenças prévias como documentado por Moreira e Corrêa (1997). Essas medidas tinham como objetivo principal tentar aumentar a competitividade da economia através do setor industrial além de possibilitar uma maior oferta de bens importados internamente, numa tentativa de conter o processo inflacionário.

Este artigo tem por finalidade avaliar o impacto inicial da abertura comercial praticada no Brasil, no início da década de 90, sobre a produtividade total dos fatores nos diversos gêneros da indústria de transformação. Além dessa seção inicial dedicada a introdução, a seção dois apresenta uma breve discussão sobre os efeitos da abertura comercial na taxa de crescimento do produto e da produtividade total dos fatores (PTF) de uma economia. A terceira seção é dedicada a explicar a metodologia da fronteira estocástica, utilizada no cálculo do índice de produtividade total de Malmquist. Na quarta seção apresentam-se as estimativas realizadas e suas análises. A última seção é dedicada às conclusões finais. Finalmente, após a bibliografia, é apresentado um apêndice contendo gráficos que mostram as trajetórias dos níveis de eficiências técnicas, produtividade total e seus componentes da indústria de transformação brasileira.

## **II. Uma Breve Discussão sobre os Efeitos da Abertura Comercial**

Os efeitos da abertura comercial sobre o crescimento econômico vêm estimulando um vigoroso debate acadêmico. Diversos estudos ao nível de países mostram que a imposição de barreiras ao comércio pode prejudicar ou, pelo menos, não ajudar o crescimento econômico no longo prazo. Krueger (1998) tem julgado que o sucesso do crescimento de diversos países como Coréia do Sul, Taiwan, Singapura e Hong Kong está associado a uma estratégia de crescimento orientada para fora de suas fronteiras. Resultados semelhantes foram encontrados por Dollar (1992), Sachs e Warner (1995), Edwards (1992, 1998) e Bem-David (1993). A conclusão dessas pesquisas é que países mais abertos ao comércio exterior tendem a apresentar uma maior taxa de crescimento da renda per capita quando comparados a países mais fechados.

Do ponto de vista teórico duas razões principais são colocadas para explicar porque economias mais abertas tendem a ser mais beneficiadas por maiores crescimentos no longo prazo. A primeira refere-se a uma maior tendência na redução da ineficiência estática que surge com a má alocação de recursos em setores sem vantagens comparativas, e a segunda, a uma maior predisposição a ganhos dinâmicos na produtividade, advindos da incorporação de novas tecnologias e fluxos de idéias<sup>1</sup>.

Dentro do primeiro enfoque, os trabalhos de Little, Scitovsky e Scott (1970), Balassa (1971), Bhagwati (1978) e Krueger (1978) argumentam que políticas de desenvolvimento baseadas em substituição de importação, com altos níveis de proteção ao comércio e com diversas formas de regulação industrial, têm apresentado alto custo de funcionamento e pouco estímulo em aumentar a produtividade através do tempo. Isso decorre da tendência de não se especializarem em setores da economia que não têm vantagens comparativas. Mais recentemente, Grossman e Helpman (1991), enfatizaram que a abertura só tem efeito sobre a produtividade se os recursos destinados às atividades de pesquisa e desenvolvimento forem canalizados para setores com vantagens comparativas. Caso contrário, pode haver a possibilidade de uma trajetória ineficiente mesmo em uma economia com alto grau de abertura.

---

<sup>1</sup> Além desses fatores, Rodrik (1995) citou outros elementos como a maior capacidade de proteção contra choques externos adversos e a menor pressão de grupos de interesse.

Quanto aos efeitos dinâmicos, as políticas de industrialização baseadas em substituição de importação apostavam no estímulo interno ao desenvolvimento de sua capacidade tecnológica que garantiria uma trajetória de crescimento permanente. Essa estratégia parecia não funcionar, uma vez que países com economias orientadas para fora, como os do leste asiático, continuaram a crescer a elevadas taxas enquanto outros que adotavam o modelo de substituição de importação pareciam estar estagnados. O argumento dos liberalizantes era que o viés anti-exportação e anti-competição desencorajava os incentivos à inovação, ao corte nos custos, à aquisição de novas tecnologias e desta forma à produtividade e ao crescimento econômico. Esta visão tornou-se a idéia convencional que justificava a atitude prospectiva de remoção das distorções dos países em desenvolvimento.

Os que advogam a necessidade de restrição ao comércio argumentam que os benefícios dinâmicos da liberação parecem não ser muito claros. Como a imposição de tarifas de importação altera os preços relativos ela acaba influenciando diferentemente, no longo prazo, a rentabilidade dos diversos setores da economia e o seu processo inovador. Assim, mesmo que um setor seja prejudicado pela intervenção, outro pode ser compensado, de forma que o efeito líquido para a economia como um todo possa ficar indefinido. Se as tarifas podem estimular, por exemplo, as empresas em setores “import-competing” devido ao aumento em seus preços relativos, pela mesma lógica elas devem reduzir a participação de setores exportadores. Desta forma, a relação entre grau de competição no mercado e atividade inovadora não é muito clara.

Existem diversos estudos que correlacionam, ao nível industrial, política comercial e mudanças na produtividade total dos fatores. Krueger e Tuncer (1982 a) encontraram que, em média, períodos de baixo crescimento da produtividade total dos fatores na indústria da Turquia, coincidem com o período em que a política comercial era mais restrita. Usando dados para Coréia, Turquia, Japão e Iugoslávia, Nishimizu e Robinson (1984) relacionam acréscimo setorial da PTF ao crescimento da demanda, incluindo a expansão das exportações e a substituição das importações. Eles descobrem uma preponderância de casos onde a expansão das exportações é positivamente associada, e a substituição das importações negativamente associada com o crescimento da PTF. Nishimizu e Page (1991) analisam um painel de indústrias de vários países e regressam o crescimento da PTF sobre suas características. Eles concluíram que o crescimento das exportações era positivamente relacionado ao crescimento da PTF, mas somente em economias que seguem políticas orientadas para fora. Entretanto, eles concluíram também que o aumento das importações foi negativamente relacionado com o desempenho da PTF nas mesmas economias no período pós 1973.

Outros estudos têm testado a hipótese de indústrias nascentes diretamente. Krueger e Tuncer (1982 b), comparando a taxa de crescimento da PTF setorial da indústria da Turquia, verificaram que não existia uma tendência sistemática para aquelas mais protegidas terem tido maior crescimento da PTF que indústrias menos protegidas. Na mesma linha de investigação, Dollar e Sokoloff (1990) analisam o crescimento da PTF na indústria de manufatura da Coréia do Sul (1963-1979) e encontram que o crescimento da produtividade tem um papel menor no crescimento de indústrias pesadas que no crescimento de indústrias leves e médias. Por outro lado, Waverman e Murphy's (1992) estudam o crescimento da PTF nos setores automobilísticos para quatro países: Argentina, México, Coréia e Canadá. Depois da Coréia, Argentina, foi o país com melhor desempenho, sendo considerado o mais fechado entre os quatros.

Chen e Tang (1987) comparam o nível de eficiência técnica (distância a uma fronteira de produção estimada) de dois grupos de firmas: aquele que exporta seus produtos e aquele voltado ao mercado doméstico protegido. Eles encontram que o primeiro grupo possui um maior nível de

eficiência técnica que o segundo. Mesmo resultado é encontrado em Aw e Hwang (1994). Pesquisa de grande relevância para a área tem sido desenvolvida por Lee (1992). Ele constrói estimativas setoriais para avaliar o impacto de tarifas, barreiras não tarifárias, incentivos fiscais e crédito subsidiado sobre a produtividade total da indústria coreana, cobrindo um painel de 38 setores de 1963 a 1983. Seus resultados mostram que a taxa de crescimento setorial da PTF é negativamente e significantemente relacionada às barreiras tarifárias e não tarifárias, mas positivamente relacionada aos incentivos e subsídios.

Resultado semelhante ao encontrado por Lee foi evidenciado por Ferreira e Rossi (1999) para a indústria brasileira. Usando dados em painel para 16 gêneros da indústria brasileira, considerando a variação da PTF média para três períodos compreendidos entre 1985-1988, 1989-1993 e 1994-1997, eles encontraram que setores com menor barreiras tarifárias apresentam maiores taxas de crescimento da PTF.

Diversos problemas empíricos apresentados nos estudos acima, discutidos em Rodriguez e Rodrik (2000), dificultam uma conclusão mais robusta sobre os efeitos estáticos e dinâmicos da abertura comercial sobre as atividades econômicas no longo prazo. Muitos desses problemas estão ligados aos indicadores de abertura utilizados, especialmente, devido a endogeneidade desses indicadores. Outro ponto de crítica é que a relação entre causalidade e abertura econômica não é clara: governos podem relaxar as restrições ao comércio quando a economia tiver indo bem. A abertura também é frequentemente confundida com aspectos macroeconômicos, principalmente em períodos de alta inflação e regimes cambiais. No entanto, mesmo a despeito de questões de medidas e conceitos envolvidos, ao nível de países ou setores, os estudos parecem sinalizar que poucas distorções ao nível de preços relativos, especialmente na área comercial, tendem em média a apresentarem maiores taxas de crescimento em sua produtividade. Mas com a real impossibilidade de se contabilizar medida de distorções mais precisa, torna-se cuidadoso concluir que a produtividade estará em qualquer período associada à liberação econômica.

Um outro ponto importante a se entender é o efeito inicial da abertura econômica nos níveis de eficiência e na produtividade de diversos gêneros. Mesmo que no longo prazo possa se evidenciar, em média, ganhos com a abertura econômica, especialmente naqueles setores com maior capacidade de incorporação de novas tecnologias, no curto prazo, o efeito da abertura pode ser adverso dependendo da intensidade em que se realiza esse processo. Setores com baixos níveis de produtividade expostos imediatamente à concorrência internacional podem ser prejudicados com a perda de mercado e conseqüente redução dos seus lucros e dos níveis de atividade. O processo de ajuste à nova situação não é imediato, implicando a redefinição de todo seu processo produtivo o que pode implicar um transitório período de perda de eficiência. Como visto na tabela 1, a abertura iniciada no Brasil no início da década de 90, implicou uma redução expressiva nos níveis de tarifa, caindo em média quase 70 pontos percentuais num primeiro momento, sendo que reduções mais significativas ocorreram nas indústrias de bens de consumo (com exceção do setor de alimentos) que teve suas tarifas de importação reduzidas em mais de 100 pontos percentuais.

Os estudos apresentados acima têm como preocupação central os efeitos de longo prazo da abertura sobre os ganhos de produtividade especialmente motivados pelas inovações tecnológicas. No entanto a utilização do índice de produtividade total de Malmquist, através da construção de uma fronteira estocástica, permite analisar a evolução dos índices de eficiência técnica dos diversos gêneros da indústria brasileira antes e depois do processo de abertura e, desta forma identificar sua trajetória no tempo. Por outro lado, usando esse índice pode-se computar também a evolução da produtividade total dos fatores e identificar se os ganhos ou

perdas de produtividade estão relacionados à eficiência técnica ou à variação tecnológica. Na seção a seguir apresentar-se-á a metodologia utilizada para avaliar a evolução da produtividade total da indústria brasileira e os efeitos iniciais da abertura comercial no Brasil.

### III. Considerações Metodológicas

Esta seção apresenta uma análise de como avaliar a performance da produtividade total (em vez de medidas de produtividades parciais) e sua decomposição em variação de eficiência técnica (efeito “catch-up”) e variação tecnológica. Neste artigo, faz-se uso do conceito de produtividade total dos fatores (PTF), medida pelo índice de produtividade total de Malmquist (1953) e, definido em Caves, Christensen e Diewert (1982). A relevância de seu uso se justifica pelo fato de que medidas de produtividade total podem ser feitas mesmo quando sem tem um processo de produção de vários produtos em função de um conjunto de insumos. As principais contribuições nesta área são devidas a Nishimizu e Page (1982), Christensen e Diewert (1982) e Färe, Grosskopf, Norris e Zhang (1994).

O índice de produtividade de Malmquist é definido em termos de funções distância as quais permitem descrever a tecnologia de produção de múltiplos produtos-insumos sem que se especifiquem comportamentos tais como minimização de custo ou maximização de lucro. As funções distância podem ser definidas orientadas pelo produto ou pelo insumo. Neste artigo, faz-se uso somente da função distância orientada pelo produto.

Desde que a função distância tem que ser definida com relação a uma tecnologia de produção, então para cada  $t=1,2,3,\dots,T$ , a tecnologia  $S^t$  transforma os insumos,  $x^t \in R_+^N$ , em produtos,  $y^t \in R_+^M$ , ou seja:

$$S^t = \{(x^t, y^t) : x^t \text{ possa produzir } y^t\}$$

De maneira menos formal, a tecnologia consiste dos conjuntos de todos os vetores de insumo e produtos factíveis. Além do mais, assume-se que a tecnologia  $S^t$  satisfaz os axiomas padrões afim de que a função distância fique bem definida.

De acordo com Shepard (1970), a função distância produto pode ser definida, no período  $t$ , como

$$D_0^t(x^t, y^t) = \text{Inf}\{\theta \in R_+^m : (x^t, y^t / \theta) \in S^t\}$$

o que faz com que a tecnologia fique completamente caracterizada e onde  $\theta$  é um vetor de constantes. Intuitivamente, para o caso de um único produto e um único fator de produção, o parâmetro  $\theta$  representa a menor distância pelo qual o produto necessita ser deflacionado para ser factível ou produzível em função de um dado fator de produção. Em outras palavras, a função distância produto mede a máxima variação proporcional do vetor de produtos  $y^t$ , dado o vetor de insumos  $x^t$ , de forma que  $y^t$  ainda seja factível. A função distância assumirá valor menor ou igual a um se o vetor,  $y^t$ , é um elemento do conjunto de produção factível  $S^t$ . Se igual a um,  $y^t$  estará sobre o limite do conjunto de produção  $S^t$ , e se maior do que um  $y^t$  estará localizado além do limite de  $S^t$ .

### III.1 Índice de Produtividade Total de Malmquist

O índice de Malmquist (1953) orientado pelo produto devido a Caves, Christensen e Diewert (1982), quando a tecnologia de referência é a do período t, é definido como:

$$M_0^t = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \quad (01)$$

Quando se considera a tecnologia de referência do período t+1, esse mesmo índice pode ser definido como:

$$M_0^{t+1} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (02)$$

Para evitar qualquer escolha arbitrária do período de referência, o índice de Malmquist é especificado como a média geométrica dos índices (01) e (02). Assim, tem-se:

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[ \left( \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right) \left( \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (03)$$

Segundo Färe et al (1994), uma forma equivalente de escrever o índice de Malmquist definido por (03) é

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \left[ \left( \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left( \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (04)$$

onde o primeiro termo do lado direito de (04) mede a variação da eficiência técnica, isto é, a variação de quão distante a produção observada está do máximo produto potencial entre os períodos t e t+1. O segundo termo mede o efeito do deslocamento da tecnologia entre os dois períodos avaliados em  $x^t$  e  $x^{t+1}$ . Assim sendo, o índice de Malmquist pode ser decomposto, respectivamente, nos dois componentes:

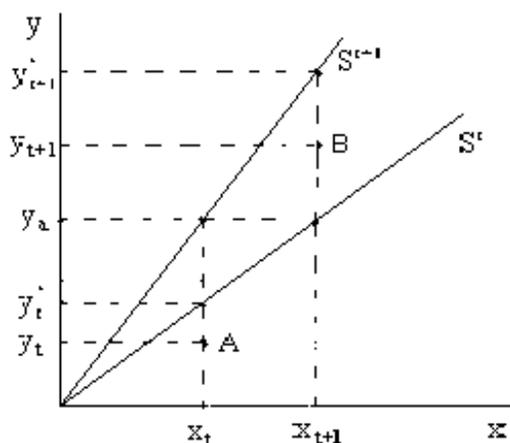
$$\text{Variação da Eficiência Técnica} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \quad (05)$$

$$\text{Variação Tecnológica} = \left[ \left( \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left( \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (06)$$

Esta decomposição é ilustrada na figura 1 supondo-se uma tecnologia com retornos constantes de escala com um único insumo e um simples produto. Nestes termos considere um particular gênero industrial que produza nos pontos D e E nos períodos t e t+1, respectivamente.

Observe que em cada um desses períodos a produção está abaixo das fronteiras tecnológicas  $S^t$  e  $S^{t+1}$ , indicando que houve ineficiência técnica em ambos os períodos. No entanto, a produção em  $t+1$  utilizando o insumo  $x_{t+1}$  está acima da fronteira tecnológica  $S^t$ , isto é, ocorreu variação tecnológica (progresso tecnológico). Assim, utilizando as definições (05) e (06), obtém-se que a variação de eficiência técnica e variação tecnológica são dadas, respectivamente, por  $\left[ \frac{y_{t+1}/y_{t+1}^*}{y_t/y_t^*} \right]$

$$e \left[ \left( \frac{y_t/y_a}{y_t/y_{t+1}^*} \right) \left( \frac{y_t/y_t^*}{y_t/y_a} \right) \right].$$



Figural

As distâncias que compõem o índice de Malmquist podem ser calculadas por três metodologias. A primeira, por exemplo, utiliza a técnica de programação linear idealizada por Färe et al (1985) e conhecida na literatura como DEA. A segunda faz uso de programação linear paramétrica de Aigner e Chu (1968). Neste artigo, a abordagem empregada para o cálculo das distâncias será a da função de produção de fronteira estocástica que é descrita em detalhes na próxima seção.

### III.2. O Modelo de Fronteira de Produção Estocástica

O modelo de fronteira de produção estocástica foi, inicialmente, proposto independentemente por (Aigner, Lovell e Schmidt,1977) e (Meeusen e Vand den Broeck,1977). Posteriormente, surgiram revisões deste modelo nos trabalhos de (Forsund, Lovell e Schmidt,1980), (Schmidt,1986), (Bauer,1990), (Battese,1992) e (Greene,1993).

O objetivo principal do modelo é a estimação de uma função de produção em termos de seus fatores de produção. Neste sentido, pode-se obter a máxima produção empregando-se uma determinada combinação eficiente de fatores.

No entanto, nada garante que se esteja utilizando uma combinação eficiente de fatores que maximize a produção. Em vista da possibilidade de existência de ineficiências técnicas, pode-se estar abaixo da fronteira máxima de produção. Daí a origem do modelo de função de produção

estocástica.

Nos modelos iniciais, os autores não formalizavam explicitamente a ineficiência técnica em função de variáveis que a explicassem. Surgem, então, os artigos de (Kumbhakar, Ghosh e McGuckin,1991), (Reifschneider e Stevenson,1991) e (Huang e Liu,1994) que, além de modelarem a ineficiência técnica, estimavam simultaneamente os parâmetros da fronteira estocástica e da ineficiência técnica produzindo estimadores eficientes.

Nestes termos, fazendo-se analogia da função de produção com o produto de um gênero da indústria, desde que este possa ser estimado em função de um conjunto de fatores como capital e trabalho, pode-se empregar aquele modelo para efeito de sua estimação.

O modelo utilizado que será descrito a seguir se baseia no artigo de (Battese e Coelli, 1995), no qual os autores formalizam a ineficiência técnica na função de produção de fronteira estocástica para dados em painel. Isto posto, para um determinado gênero industrial  $i$  e períodos  $t = 1,2,3,\dots,T$ , considere a seguinte função de produção:

$$\ln y_i^t = f(x_i^t; \beta) + v_i^t - u_i^t \quad (9)$$

onde  $y_i^t$  representa o produto do  $i$ -ésimo gênero industrial ( $i = 1,2,3,\dots,N$ ) no  $t$ -ésimo período e  $f(x_i^t; \beta)$  uma função de produção;

$x_i^t$  é um vetor (1xk) de fatores de produção que explicam o produto do  $i$ -ésimo gênero no período  $t$ ;

$\beta$  é um vetor (1xk) de parâmetros a serem estimados;

$v_i^t$  são os erros aleatórios que por hipótese são i.i.d. com distribuição  $N(0, \sigma_v^2)$  e, independentes dos  $u_i^t$ , os quais não só captam os efeitos de outras variáveis que poderiam explicar o produto, mas também os erros de medida de  $y_i^t$ ;

$u_i^t$  são variáveis aleatórias não-negativas associadas à ineficiência técnica de produção, as quais são independentemente distribuídas com distribuição  $N(z_i^t \delta; \sigma_u^2)$ , truncada em zero, em que  $z_i^t$  é um vetor (1xm) de variáveis que explicam a ineficiência técnica de produção  $u_i^t$  do gênero  $i$  ao longo do tempo.

Em vista desta última hipótese, a ineficiência técnica<sup>2</sup> pode ser modelada como:

$$u_i^t = z_i^t \delta + e_i^t \quad (10)$$

onde  $\delta$  é um vetor (mx1) de parâmetros associados às variáveis do vetor  $z_i^t$  a serem estimados e,  $e_i^t$  tem distribuição  $N(0, \sigma_e^2)$ .

Na estimativa dos parâmetros dos modelos (9) e (10) pelo método da máxima verossimilhança, utiliza-se a reparametrização,  $\gamma = \frac{\sigma_u}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$ , de Battese e Corra (1977). Observe

---

<sup>2</sup> Marinho e Barreto (2000) mostram que, no caso de um único produto e um único insumo a ineficiência técnica pode ser definida como  $D_0^t(x^t, y^t) = y^t / f(x^t)$ . Daí o porquê do uso do modelo de fronteira estocástica, neste artigo, para estimar a ineficiência técnica que é calculada como  $\exp(-u_i^t)$ .

que quanto mais  $\gamma$  for próximo de um, maior é a importância da ineficiência técnica no modelo. No caso em que  $\gamma$  é considerado estatisticamente igual a zero, não há influência da ineficiência podendo-se então aplicar simplesmente o método de mínimos quadrados ordinários para efeito de estimação desses parâmetros.

A forma funcional Coob-Douglas, dada suas características simples e de fácil estimação, tem sido comumente usada na estimação empírica dos modelos de fronteira de produção. No entanto, ela impõe algumas restrições como elasticidades e retornos de escala constante além de apresentar elasticidades de substituição iguais a um. Uma função de produção alternativa que elimina esses problemas é a translog. Ela não impõe nenhuma restrição sobre a estrutura de produção e serve como uma aproximação local de segunda ordem para qualquer função de produção. Em vista disso, realiza-se o teste da razão de verossimilhança generalizado para verificar qual das duas formas funcionais deve ser usada<sup>3</sup>.

Em função desse teste, a especificação funcional empregada será a translog definida a seguir na forma<sup>4</sup>:

$$\ln Y_i^t = \beta_0 + \beta_k \ln K_i^t + \beta_l \ln L_i^t + \beta_{kl} (\ln k_i^t)(\ln L_i^t) + \frac{1}{2} \beta_{kk} (\ln K_i^t)^2 + \frac{1}{2} \beta_{ll} (\ln L_i^t)^2 + v_i^t - u_i^t \quad (14)$$

onde  $Y_i^t$ ,  $K_i^t$  e  $L_i^t$  são, respectivamente, a produção, o estoque de capital físico e o pessoal ocupado do  $i$ -ésimo gênero industrial no período  $t$ . A restrição de retornos constantes de escala impõe que  $\beta_k + \beta_l = 1$ ,  $\beta_{kk} + \beta_{kl} = 0$  e  $\beta_{kl} + \beta_{ll} = 0$ .

A ineficiência técnica, para cada um dos gêneros industriais, a ser estimada, será:

$$u_i^t = \delta_0 + \delta_t t + \delta_\pi \pi_i^t + \delta_\theta \theta_i^t + \delta_T T_i^t + \delta_D D_i^t + e_i^t \quad (15)$$

onde  $t$ ,  $\pi_i^t$ ,  $\theta_i^t$ ,  $T_i^t$  e  $D_i^t$  são, respectivamente, o tempo, o logaritmo da taxa de inflação, o logaritmo da taxa de câmbio das exportações, o logaritmo da tarifa de importação e uma variável “dummy” que assume zero antes e um após o plano Real. O termo  $e_i^t$  é um ruído com distribuição Normal de média zero e variância constante. Os demais termos são parâmetros a serem estimados.

Em resumo, o objetivo é estimar simultaneamente os parâmetros das equações (14) e (15) para, em seguida, calcular as distâncias que compõem o índice de Malmquist. O método utilizado

<sup>3</sup> Utilizando os dados de produção, estoque de capital e pessoal ocupado, descritos na próxima seção, testa-se a hipótese nula de que os coeficientes de segunda ordem da função translog são simultaneamente iguais a zero. A estatística do teste da Razão de Verossimilhança foi igual a 20,4 que quando comparado com a estatística  $\chi_{(1)}^2 = 3,84$ , no nível de significância de 5%, induz a rejeição da hipótese nula, isto é, a forma funcional a ser adotada deve ser do tipo translog.

<sup>4</sup> Coelli, Rao e Battese (1998) mostram que a produtividade total dos fatores (PTF) pode ser decomposta no produto da variação de eficiência, variação de escala e variação técnica, ou seja,  $PTF_{s,t} = \left[ \frac{\lambda_{t1}}{\lambda_s} \right] [k^{\varepsilon(t)-1}] \left[ \frac{f_t(x_t)}{f_s(x_t)} \right]$  onde  $\lambda_t$ ,

$k$  e  $\varepsilon(t)$  representam, respectivamente, um parâmetro de eficiência, escala de operação e retorno de escala. Neste sentido, se a tecnologia apresenta retornos de escala variável, a produtividade total medida pelo índice de Malmquist pode apresentar erros. Assim, para contornar este problema impõe-se em geral que a tecnologia tenha retornos constantes de escala.

para estimar simultânea e eficientemente os parâmetros dessas duas equações é a técnica da Máxima Verossimilhança cuja função se encontra apresentada em (Battese e Coelli,1993). Desde que os gêneros industriais devem apresentar heterogeneidades o modelo foi estimado com a hipótese de efeitos fixos tanto na função de produção como na equação da ineficiência. O programa utilizado para a estimação dos parâmetros foi o Frontier 4.1 (Coelli,1996).

#### **IV. Resultados Empíricos**

A tabela 2 apresenta as estimativas e estatísticas dos parâmetros das equações da função de produção (equação 14) e da ineficiência técnica (equação 15). Para os dados de produto e trabalho utilizou-se o índice de valor real da produção e de pessoal ocupado respectivamente, extraídos da pesquisa industrial mensal do IBGE. A partir dos índices mensais, construiu-se uma média geométrica anual para cada gênero, tomando o ano de 1985 como ano-base. Para a série estoque de capital, utilizou-se a série construída por Ferreira e Rossi (1999) tomando também como base o ano de 1985.

De acordo com as estatísticas t na tabela 2, todas as variáveis que explicam a produção da indústria de transformação brasileira são estatisticamente significativas. A elasticidade do insumo trabalho é positiva como esperado enquanto a do fator capital é negativa. Esta evidência observada vai ao encontro do que de fato vem ocorrendo na economia brasileira. Nas últimas décadas, a relação capital/trabalho tem aumentado substancialmente o que pode fazer com que o fator capital apresente rendimentos marginais decrescentes.

Em relação à ineficiência (ou eficiência) técnica de produção, todas as variáveis que a explicam são também estatisticamente significativas. Observa-se que, de acordo com os sinais dos parâmetros estimados, a eficiência aumenta com o tempo, com a desvalorização da taxa de câmbio real das exportações, com a diminuição da taxa de inflação e com a estabilidade estrutural que se deu após a implementação do plano Real. Por outro lado, ao contrário do que era de se esperar, a eficiência técnica diminuiu com a queda das tarifas de importação dos gêneros industriais. Este resultado pode apresentar-se, num primeiro instante contrafactual, mas sua justificativa decorre do fato que as empresas num estágio inicial, após a abertura, tiveram suas escalas de produção reduzidas em função do aumento da concorrência externa. Relações positivas entre grau de abertura e eficiência técnica seriam esperadas com maior probabilidade no longo prazo, onde a reestruturação produtividade teria tempo para apresentar seus resultados de eficiência.

As estimativas dos níveis de eficiência técnica, variação da produtividade total de Malmquist e seus componentes são apresentados nas tabelas de 3 a 6 e nas figuras 2 a 6. Os dados são classificados para dois grupos de indústrias: os de bens de capital e intermediário e para a indústria de bens de consumo. São mostrados os valores médios para cada gênero e grupo, considerando dois subperíodos: o primeiro se refere à antes da abertura (1985/1989) e o segundo após a abertura (1990/1996). As figuras mostram a evolução destes indicadores em todo o período amostral. As análises são feitas para o nível de eficiência técnica, para os índices de variação de produtividade, de variação tecnológica e variação da eficiência técnica.

##### **IV.1 Eficiência Técnica**

Como definido anteriormente, a eficiência técnica mede a distância do produto observado de cada gênero industrial em relação ao máximo produto potencial (fronteira de produção)

estimado pela equação (14). Quanto mais distante o produto observado estiver da fronteira de produção estimada, mais ineficiente será o processo de produção. Os dados apresentados na tabela 3 mostram que, em média, a indústria de transformação teve uma redução nos seus níveis de eficiência técnica, quando se compara o período antes e depois da abertura. O nível médio de eficiência caiu de 75% entre 1985/1989 para próximo de 70%, no segundo período.

Tabela 2

Estimadores de Máxima Verossimilhança dos Parâmetros da Função de Produção da Indústria de Transformação Brasileira e da Ineficiência Técnica  
(Variável Dependente: Valor real da produção)

Variável	Coefficiente	Desvio-Padrão	t de Student
Constante	$\beta_0 = 0,07$	0,037	1,19
Ln(k)	$\beta_k = -0,24$	0,094	-2,60
Ln(L)	$\beta_L = 1,24$	0,094	13,19
$\text{Ln}(K)^2 / 2$	$\beta_{kk} = 0,92$	0,187	4,90
$\text{Ln}(L)^2 / 2$	$\beta_{LL} = 0,92$	0,187	4,90
$\text{Ln}(K)\text{Ln}(L)$	$\beta_{kL} = -0,92$	0,187	-4,90
INEFICIÊNCIA TÉCNICA			
Constante	$\delta_0 = 2,59$	0,894	2,89
t	$\delta_t = -0,14$	0,034	-3,96
$\pi$	$\delta_\pi = 0,05$	0,015	3,31
$\theta$	$\delta_\theta = -0,46$	0,208	-2,18
T	$\delta_T = -0,15$	0,071	-2,19
D	$\delta_D = -0,32$	0,083	-3,91
$\gamma$	$\gamma = 0,99$	0,004	5,99
LR=160,82	$\chi_1^2(0,10) = 2,71^5$	Períodos=13	Observações.=208

Obs.: LR = Teste da razão de verossimilhança;  $\chi_1^2(0,10)$  é o valor crítico da distribuição qui-quadrado com um grau de liberdade avaliado ao nível de 5%. Os valores estimados, desvios padrões e estatísticas t dos parâmetros das variáveis “efeitos fixos” não foram incluídos por questão de praticidade.

Percebe-se que, a despeito da indústria de bens de consumo possuir maior nível de proteção tarifária em relação ao grupo de bens de capital e intermediário, seus níveis de

<sup>5</sup> No teste da razão de verossimilhança  $H_0 : \gamma = 0$  contra  $H_a : \gamma > 0$ , no nível de significância  $\alpha$ , a hipótese nula é rejeitada se a estatística do teste é maior do que  $\chi_1^2(2\alpha)$ .

eficiência técnica são superiores nos dois períodos analisados. Os níveis médios de eficiência dos dois segmentos industriais sofrem também uma redução. No entanto, examinando individualmente cada gênero, alguns apresentam bons resultados. Dentro do grupo de bens de capital e intermediário, destacam-se os gêneros mecânica, papel e produtos de papel, material elétrico e de comunicação. Todos eles apresentaram ganhos em seus níveis de eficiência técnica, sendo o resultado mais expressivo para o de comunicação, com um aumento de quase 10 pontos percentuais. Por outro lado, os gêneros borracha, química e farmacêutica apresentaram as maiores quedas.

Tabela 3

Nível Médio do Índice de Eficiência Técnica

Gêneros	Eficiência Técnica		
	85/89	90/96	85/96
<b>Bens de Capital e Intermediário</b>			
Minerais não Metálicos	0,780	0,626	0,703
Metalúrgica	0,856	0,896	0,876
Mecânica	0,296	0,334	0,315
Material Elétrico e de Comunicação	0,208	0,299	0,253
Material de Transportes e Veículos	0,788	0,765	0,777
Papel e Produtos de Papel	0,368	0,446	0,407
Borracha	0,906	0,734	0,820
Química	0,942	0,824	0,883
Farmacêutica	0,900	0,720	0,810
<b>Média</b>	<b>0,672</b>	<b>0,627</b>	<b>0,649</b>
<b>Bens de Consumo</b>			
Perfumaria, Sabões e Velas	0,900	0,564	0,732
Produtos Plásticos	0,920	0,801	0,861
Têxtil	0,454	0,551	0,503
Vestuário e Calçados	0,872	0,915	0,894
Produtos Alimentares	0,832	0,815	0,824
Bebidas	0,922	0,808	0,865
Fumo	0,906	0,901	0,904
<b>Média</b>	<b>0,829</b>	<b>0,765</b>	<b>0,797</b>
<b>Média da Indústria de Transformação</b>	<b>0,750</b>	<b>0,696</b>	<b>0,723</b>

Com relação aos gêneros que compõem a indústria de bens de consumo, houve uma elevação nos níveis de eficiência dos setores têxtil, vestuário e calçados quando da abertura, em

contraste ao setor de perfumaria, sabões e velas que apresentaram que apresentaram uma queda acentuada.

Examinando a figura 2 no apêndice, percebe-se que desde 1985, a indústria de transformação brasileira apresentava uma trajetória média descendente em seus níveis de eficiência. O ponto de menor valor ocorre em 1990, mas a partir de então, verifica-se uma trajetória ascendente, sendo que só a partir de 1994, a indústria consegue recuperar seus níveis de eficiência técnica apresentado no final de 1989. Verifica-se também que em todos os anos a indústria de bens de consumo apresenta níveis de eficiência técnica superiores à indústria de transformação e ao grupo de bens de capital e intermediário.

## IV.2 Índice de Malmquist

A tabela 4 a seguir e a figura 3 no apêndice apresentam os resultados da produtividade total dos fatores calculados pelo índice de Malmquist. Pela tabela 4 percebe-se que houve, em termos relativos, um pequeno ganho na PTF entre os dois períodos. O ganho é decorrente da indústria de bens de capital e intermediário, uma vez que na indústria de bens de consumo o crescimento na PTF no 2º período foi menos expressivo que na fase anterior.

Tabela 4

### Variação Média do Índice de Malmquist

Gêneros	Índice de Malmquist		
	85/89	90/96	85/96
<b>Bens de Capital e Intermediário</b>			
Metalúrgica	1,048	1,04	1,04
Mecânica	1,416	1,47	1,44
Material Elétrico e de Comunicação	0,835	0,86	0,85
Material de Transportes e Veículos	1,059	1,11	1,08
Papel e Produtos de Papel	1,019	1,02	1,02
Borracha	1,012	1,05	1,03
Química	1,010	1,12	1,06
Farmacêutica	0,982	1,05	1,01
<b>Média</b>	<b>1,039</b>	<b>1,08</b>	<b>1,06</b>
<b>Bens de Consumo</b>			
Perfumaria, Sabões e Velas	2,920	2,91	2,92
Produtos Plásticos	0,473	0,53	0,50
Têxtil	0,922	0,96	0,94
Vestuário e Calçados	2,312	2,16	2,24
Produtos Alimentares	0,480	0,51	0,50
Bebidas	1,020	1,09	1,05
Fumo	2,290	2,17	2,23
<b>Média</b>	<b>1,488</b>	<b>1,47</b>	<b>1,48</b>
<b>Média da Indústria de Transformação</b>	<b>1,264</b>	<b>1,28</b>	<b>1,27</b>

Vale ressaltar, no entanto, que a taxa de expansão média da PTF da indústria de bens de consumo, quando comparado período a período, tem sido bastante superior ao outro grupo.

Os gêneros de maior expansão da PTF são mecânica, perfumaria, sabões e velas, vestuário e calçados e fumo, e de pior desempenho, produtos plásticos e produtos alimentares. Vale ressaltar ainda que em termos do primeiro grupo de indústrias o setor químico e mecânico teve um ganho expressivo na PTF no segundo período quando comparado ao primeiro, enquanto que no de bens de consumo o melhor desempenho ocorreu no setor têxtil, produtos alimentares e bebidas. Por fim a figura 3 mostra que durante o período de análise, a indústria de bens de consumo sempre apresentou índice de variação da PTF superior a de bens de capital e intermediário. Esse resultado parece indicar que o nível de proteção tarifária desse segmento não esteja influenciando negativamente na evolução da PTF e sim produzindo ganhos.

### IV.3 Decomposição do Índice de Produtividade Total de Malmquist

É importante identificar quais componentes estão sendo responsáveis pela evolução da PTF de Malmquist. As tabelas 5 e 6 a seguir e as figuras 4, 5 e 6 no apêndice mostram os resultados das estimativas realizadas.

Tabela 5

#### Média do Índice de Variação da Eficiência Técnica

Gêneros	Variação da Eficiência		
	85/89	90/96	85/96
<b>Bens de Capital e Intermediário</b>			
Metalúrgica	0,968	1,033	1,001
Mecânica	0,945	1,198	1,071
Material Elétrico e de Comunicação	0,956	1,172	1,064
Material de Transportes e Veículos	0,930	1,093	1,012
Papel e Produtos de Papel	0,978	1,075	1,027
Borracha	0,984	1,082	1,033
Química	0,932	1,061	0,996
Farmacêutica	0,969	1,078	1,023
<b>Média</b>	<b>0,948</b>	<b>1,097</b>	<b>1,022</b>
<b>Bens de Consumo</b>			
Perfumaria, Sabões e Velas	0,898	1,053	0,976
Produtos Plásticos	0,934	1,045	0,989
Têxtil	0,902	1,098	1,000
Vestuário e Calçados	1,004	1,020	1,012
Produtos Alimentares	0,952	1,057	1,005
Bebidas	0,978	1,054	1,016
Fumo	0,951	0,984	0,967
<b>Média</b>	<b>0,945</b>	<b>1,045</b>	<b>0,995</b>
<b>Média da Indústria de Transformação</b>	<b>0,947</b>	<b>1,071</b>	<b>1,009</b>

Pela figura 4 identifica-se que de 1985 a 1996 os ganhos de produtividade na indústria brasileira ocorreram principalmente devido à variação tecnológica. Este fenômeno ocorreu com maior intensidade no primeiro período, ou seja, antes do início do processo de abertura econômica, e ele se concentrou principalmente nas indústrias de bens de consumo como mostra a figura 5 no apêndice.

Em termos do índice de variação de eficiência técnica, verifica-se pela tabela 5 acima que a indústria de transformação passou a experimentar ganho médio anual de 7,1% entre 90/96, a despeito de uma perda média anual no período anterior de um pouco mais de 5%.

Os maiores ganhos de variação de eficiência técnica ocorreram nas indústrias de bens de capital e intermediário, com uma taxa média de crescimento anual de 9,7 %, contra 4,5 % nas indústrias de bens de consumo. Percebe-se que nos dois grupos de indústrias houve uma perda na variação da eficiência técnica entre 1985/1989.

Tabela 6

Média do Índice de Variação Tecnológica

Gêneros	Variação Tecnológica		
	85/89	90/96	85/96
<b>Bens de Capital e Intermediário</b>			
Metalúrgica	1,089	1,008	1,05
Mecânica	1,522	1,252	1,39
Material Elétrico e de Comunicação	0,884	0,741	0,81
Material de Transportes e Veículos	1,156	1,028	1,09
Papel e Produtos de Papel	1,044	1,011	1,03
Borracha	1,034	1,037	1,04
Química	1,093	1,065	1,08
Farmacêutica	1,025	1,020	1,02
<b>Média</b>	<b>1,108</b>	<b>1,017</b>	<b>1,06</b>
<b>Bens de Consumo</b>			
Perfumaria, Sabões e Velas	3,335	2,841	3,09
Produtos Plásticos	0,515	0,498	0,51
Têxtil	1,023	0,847	0,93
Vestuário e Calçados	2,329	2,133	2,23
Produtos Alimentares	0,510	0,498	0,50
Bebidas	1,067	1,078	1,07
Fumo	2,424	2,125	2,27
<b>Média</b>	<b>1,601</b>	<b>1,431</b>	<b>1,52</b>
<b>Média da Indústria de Transformação</b>	<b>1,354</b>	<b>1,224</b>	<b>1,29</b>

Considerando-se o período como um todo, a indústria de transformação apresentou uma pequena variação no índice de eficiência técnica (0,9%), sendo que as indústrias de bens de consumo obtiveram uma perda média anual de 0,5 %.

Analisando o comportamento de cada gênero, verifica-se ainda na tabela 5 que quase todos tiveram perda de eficiência entre 1985/1989 (à exceção de vestuário e calçados), sendo as maiores perdas em química (-6,8 %) e perfumaria, velas e sabões (-10,2%).

Por outro lado, excetuando-se o setor fumo, os outros setores obtiveram ganhos entre 1990/1996 onde os principais resultados encontram-se nos de bens de capital e intermediários em mecânica (19,8 %), material elétrico e de comunicação (17,2 %) e, na indústria de bens de consumo no ramo têxtil (9,8 %).

A tabela 6 acima apresenta a contribuição do fator tecnológico para os ganhos de produtividade. Na indústria de bens de consumo, o índice tecnológico teve uma variação de 52% entre 1985 e 1996, sendo que no período anterior à abertura a variação foi ainda mais expressiva (60,1%). Os gêneros de maiores ganhos de produtividade via tecnologia foram perfumaria, sabões e velas, vestuários e calçados e fumo. Em termos da indústria de bens de capital e intermediário, apesar de ter havido um ganho médio de 6% no período como um todo, após a abertura houve uma queda do índice. Mecânica foi o gênero com melhor desempenho no período.

## **V. Considerações Finais**

O início dos anos 90 foi caracterizado pelo início do processo de liberação comercial no Brasil, com a redução substancial de diversas tarifas de importação e a eliminação de barreiras não-tarifárias. Este processo foi acompanhado por um programa de estabilização de preços. Os resultados das estimativas mostram que a redução das tarifas de importação teve um impacto negativo no nível de eficiência técnica da indústria. Isto pode ter acontecido pela velocidade com que se deu o processo de abertura comercial, uma vez que as empresas brasileiras não estando preparadas para a imediata concorrência externa, possa ter perdido parte do mercado doméstico o que contribui para a redução nos níveis de produção, afetando as escalas de produção e os níveis de produtividade. Esse resultado é reforçado, quando se verifica que as indústrias de bens de consumo, apesar de serem mais protegidas, possuíam, em média, níveis de eficiência maiores do que a indústria de bens de capital e intermediário.

Os ganhos de produtividade da indústria, por outro lado, deveu-se, nesse período analisado em parte a política cambial de desvalorização real e a estabilidade de preços. A desvalorização cambial, ao encarecer os preços dos produtos importados, teve um efeito positivo para as empresas garantindo mercado doméstico para a indústria brasileira assim como tornava os produtos mais competitivos a nível internacional e o fim da inflação possibilitou a maior organização e planejamento do processo produtivo, aumentando sua eficiência.

Em termos da variação da produtividade total dos fatores, a indústria teve um ganho de produtividade após a abertura, especialmente na indústria de bens de consumo. No entanto, esse ganho foi devido mais aos efeitos de novas tecnologias do que da variação da eficiência técnica.

## Bibliografia

- Aigner, D. J., and S. F. Chu (1968) "On estimating the industry production function", *American Economic Review*, 58, 826-839.
- Aigner, D. J., C.A.K Lovell and P Schmidt (1977) "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models", *Journal of Econometrics*, 6, 21-37.
- Aw, B. Y. and Hwang, A. (1994) "Productivity and the export market: A firm level analysis", The Pennsylvania State University, mimeo.
- Balassa, B. et al. (1971) *The structure of protection in developing countries*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Battese, G. E., and G.S. Corra (1977) "Estimation of a production frontier model: With application to the pastoral zone of eastern Australia", *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21, 169-179.
- Battese, G. E. (1992): "Frontier production function and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics". *Agricultural Economics*, Vol. 7, 185-208.
- Battese, G.E. and Coelli, T.J (1992): "Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with applications to paddy farmers in India". *Journal of Productivity Analysis*, 3, 153-169.
- Battese, G. E. and Coelli, T. J. (1993): "A stochastic frontier production incorporating a model for technical inefficiency effects", Working Papers in Econometrics and Applied Statistics, N. 69, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, 22.
- Battese, G. E. and Coelli, T. J. (1995): "A model for technical inefficiency effects in stochastic frontier production functions for panel data", *Empirical Economics*, 20, 325-332.
- Bauer, P.W. (1990) "Recent developments in the econometric estimation of frontiers", *Journal of Econometrics*, 46, 39-56.
- Bem-David, D. (1993) "Equalizing exchange: Trade liberalization and income convergence", *Quarterly Journal of Economics*, 108 (3).
- Bhagwati, J. (1978) *Foreign trade regimes and economic development: Anatomy and consequences of exchange control regimes*. Lexington, MA: Ballinger.
- Caves, Douglas W; Christensen, Laurits R. and Diewert, W. Erwin (1982b): "The economic theory of index numbers and the measurement of Inputs, output, and productivity". *Econometrica*, November, 50(6), pp. 1393-1414.
- Chen, T. J, and Tang, D. (1987) "Comparing technical efficiency between import-substituting and export-oriented foreign firms in a developing country", *Journal of Development Economics*, 26:277-289.
- Coelli, T. J. (1996a) "A guide to FRONTIER version 4.1: A computer program for frontier production estimation", CEPA Working paper 96/07, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- Coelli, T. J. (1997) "A multi-stage methodology for the solution of the orientated DEA models", paper presented to the Taipei International Conference on Efficiency and Productivity Growth, Taipei, June 20-21.
- Dollar, D. (1992) "Outward-oriented developing economies really do grow more rapidly: Evidence from 95 LDCs, 1976-1985", *Economic Development and Cultural Change*, 40:523-544.
- Dollar, D. and Sokoloff, K. (1990) "Patterns of productivity growth in South Korean manufacturing industries, 1963-1979", *Journal of Development Economics*, 33:309-327.

- Edwards, S. (1992) "Trade orientation, distortions and growth in developing countries" *Journal of Development Economics*, 39(1):31-57.
- Edwards, S. (1998) "Openness, productivity and growth: what do we really know?" *Economic Journal* 108, 383-398.
- Färe, R., S. Grosskopf and C. A. K. Lovell (1985) *The Measurement of Efficiency of Production*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Färe, R., S. Grosskopf and C. A. K. Lovell (1994) *Production Frontiers*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Färe, Rolf; Shawna Grosskopf; Mary Norris and Zhongyang Zhang (1994): "Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrial countries", *The American Economic Review*, Vol. 84, No 1, pp: 66-82.
- Ferreira, P. C. e Rossi, J. L. (1999) "Trade barriers and productivity growth: cross-industry evidence", XXVII Encontro Nacional de Economia, pp43-59.
- Forsund, F. R., Lovell, C. A. K., Schmidt, P. (1980): "A survey of frontier production functions and their relationship to efficiency measurement". *Journal of Econometrics*, 13, 5-25.
- Greene, W. H. (1993) "The econometric approach to efficiency analysis", in Fried, H. O., C. A.K. Lovell and S.S. Schmidt (Eds.), *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Oxford University Press, New York, 68-119.
- Grossman, G. and Helpman, E. (1991) *Innovation and growth in the global economy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Huang, C J., e Liu, J. T. (1994): "estimation of a Non-neutral Stochastic Frontier Production Function". *Journal of Productivity Analysis*, 5: 171-180.
- Krueger, A. O. (1978) *Foreign trade regimes and economic development: Liberalization attempts and consequences*. Lexington, MA: Ballinger.
- Krueger, A. O. and Tuncer, B. (1982a) "Growth of factor productivity in Turkish manufacturing industries", *Journal of Development Economics*, 11:307-326.
- Krueger, A. O. and Tuncer, B. (1982b) "An empirical test of the infant-industry argument", *American Economic Review*, 72:1142-1152.
- Krueger, A. O. (1998) "Why trade liberalization is good for growth", *The Economic Journal*, 108 September, 1513-1522.
- Kumbhakar, S. C., S. Ghosh and J. T. Mcguckin (1991) "A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in U.S. dairy farms", *Journal of Business and Economic Statistics*, 9, 279-286.
- Lee, J. W. (1992) "Government intervention and productivity growth in Korean manufacturing industries", International Monetary Fund, mimeo.
- Little, I., Scitovsky, T. and Scott, M. (1970) *Industry and trade in some developing countries*. London: Oxford University Press.
- Malmquist, Sten (1953): "Index numbers and indifference curves." *Trabajos de Estatística*, 4(1), pp.209-42.
- Marinho, Emerson Luís e Flávio Ataliba Barreto (2000): "Crescimento da Produtividade e Progresso Tecnológico dos Estados do Nordeste: Uma Evidência Empírica à Hipótese da Convergência. Mimeo.
- Meeusen, W. and J. van den Broeck (1977) "Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error", *International Economic Review*, 18, 435-444.
- Nishimizu, M. and J. M. Page (1982) "Total factor productivity growth, technical progress and technical efficiency change: Dimensions of productivity change in Yugoslavia, 1965-78",

- Economic Journal*, 92, 920-936.
- Nishimizu, M. and Robinson, S. (1984) "Trade policies and productivity change in semi-industrialized countries", *Journal of Development Economics*, 16:177-206.
- Nishimizu, M. and Page, J. (1991) "Trade policy, market orientation and productivity change in industry" in: J. de Melo and A. Sapir, eds., *Trade theory and economic reform: Essays in honor of Bela Balassa*. Cambridge, MA: Brasil Blackwell.
- Reifzchneider, D., Stevenson, R. (1991): "Systematic Departures from the Frontier: A framework for analysis of firm inefficiency". *International Economic Review*, 32:715-723.
- Rodriguez, F. and D. Rodrik, (2000) "Trade policy and economic growth: a skeptic's guide to the cross-national evidence", mimeo.
- Rodrik, D., (1995) *Trade policy and industrial policy reform*. In Behrman, J., Srinivasan, T.N. (Eds), *Handbook of Development Economics* vol. 3B North-Holland, Amsterdam.
- Sachs, J., Warner, A., (1995) "Economic reform and the process of global integration. *Brookings Papers on Economic Activity* 1, 1-118.
- Schmidt, P. (1986) "Frontier production functions", *Econometric Reviews*, 4, 289-328.
- Shephard, R. W. (1970) *Theory of Cost and Production Functions*, Princeton University Press, Princeton
- Waverman, L. and Murphy, S. (1992) "Total factor productivity in automobile production in Argentina, Mexico, Korea, and Canada: The impacts of protection", in G.K. Helleiner, ed., *Trade policy, industrialization and development*. Oxford: Clarendon Press.

## Apêndice

Figura 2

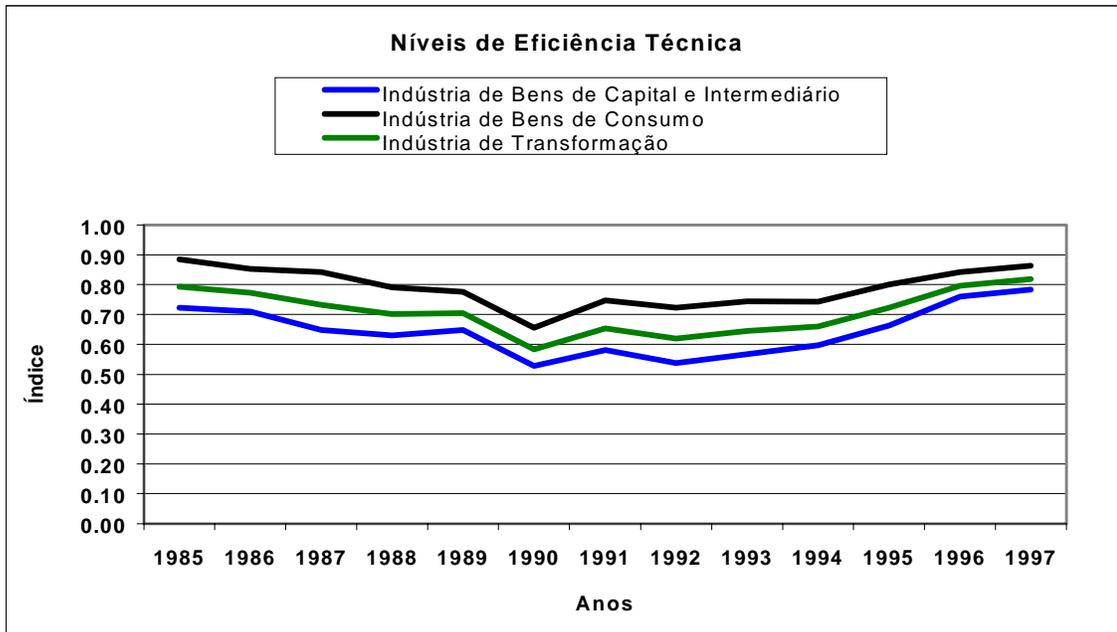


Figura 3

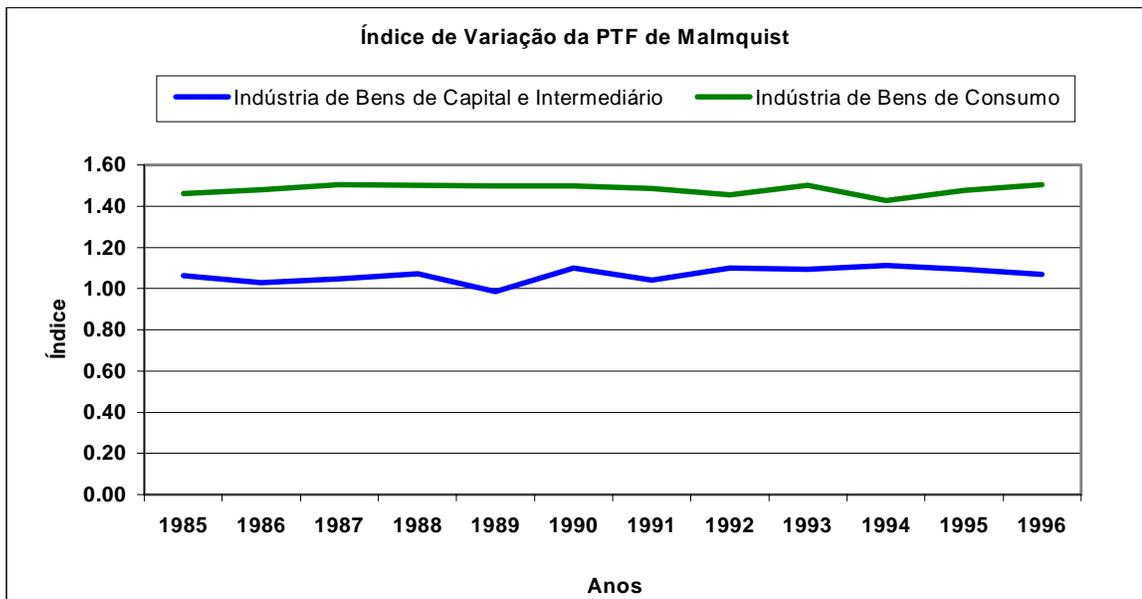


Figura 4

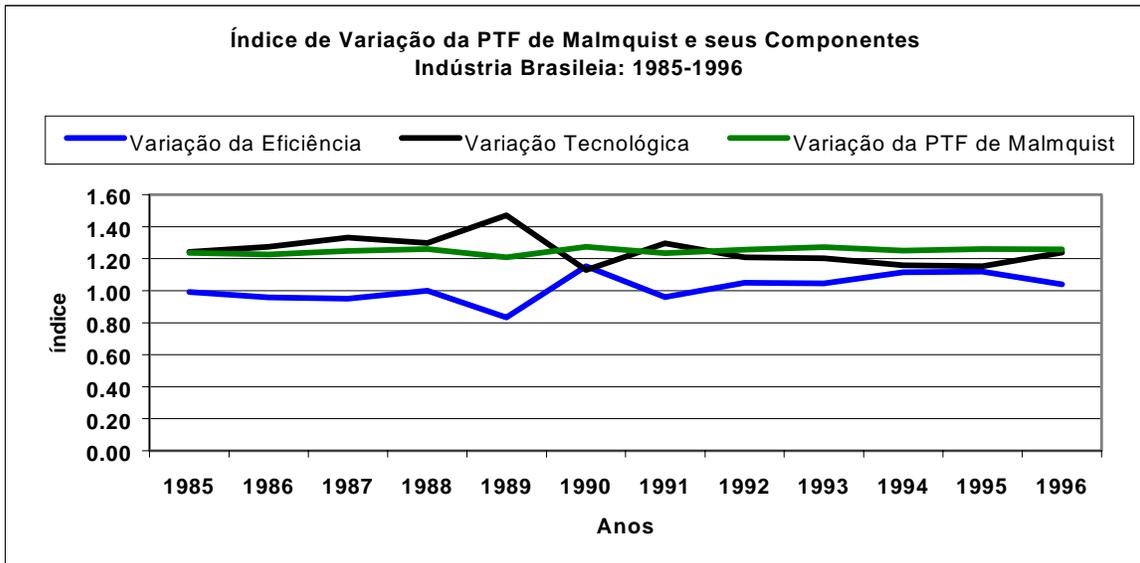


Figura 5

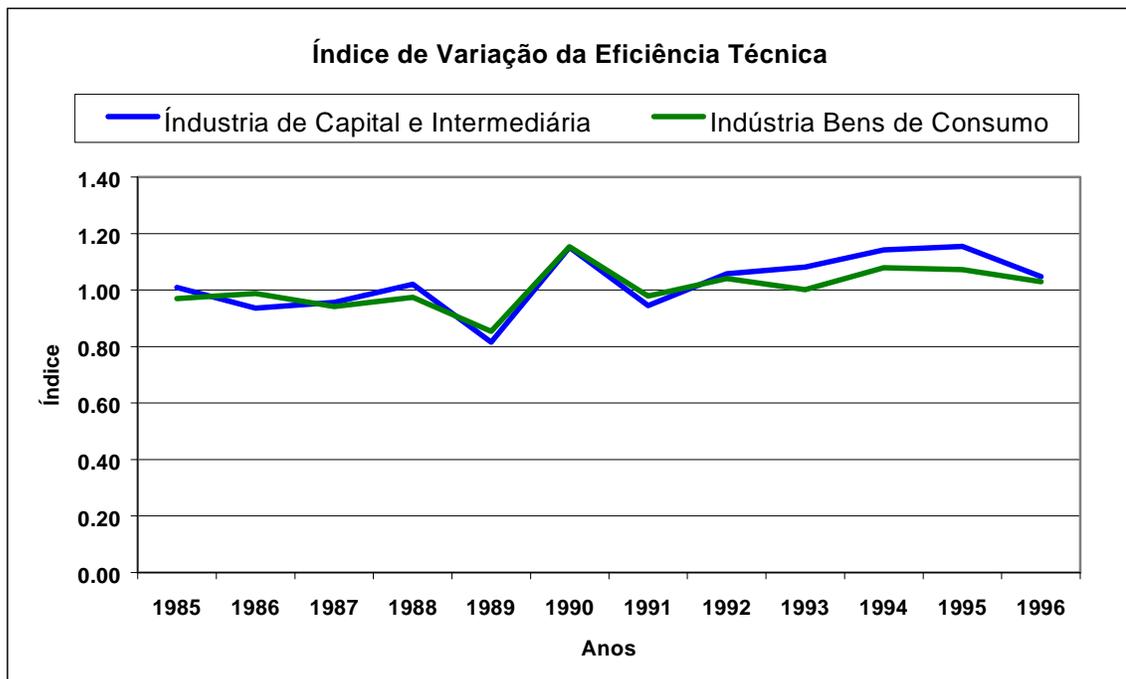


Figura 6

