

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA – CAEN

ESFORÇO FISCAL E CARGA TRIBUTÁRIA
POTENCIAL DOS ESTADOS DO NORDESTE

SCME - BIBLIOTECA

ALDEMIR FREIRE MOREIRA

FORTALEZA – CEARÁ
1999

SCME-D
A.D.O.

ALDEMIR FREIRE MOREIRA

**ESFORÇO FISCAL E CARGA TRIBUTÁRIA
POTENCIAL DOS ESTADOS DO NORDESTE**

BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA
REGISTRO Nº. 1.680

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Ceará – UFC, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Economia.

SCME - BIBLIOTECA

ORIENTADOR:

Prof^o Dr. EMERSON LUÍS LEMOS MARINHO

FORTALEZA – CE

1999

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Economia, outorgada pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita em conformidade com as normas da ética científica.



ALDEMIR FREIRE MOREIRA

Dissertação aprovada em 17 de setembro de 1999.



PROF. DR. EMERSON LUÍS LEMOS MARINHO
ORIENTADOR DA DISSERTAÇÃO



PROF. DR. LUIZ IVAN DE MELO CASTELAR



PROF. DR. OSMUNDO REBOUÇAS

BCME - BIBLIOTECA

DEDICATÓRIA

UCME - BIBLIOTECA

À Tânia, Cristina, Carlos Eduardo, Paula
e aos meus pais, Elísio e Gizélia.

AGRADECIMENTOS

Sou grato ao corpo de professores e funcionários do CAEN-UFC, em especial ao meu orientador, professor Emerson Marinho, pelo irrestrito apoio revelado durante todas as etapas de discussão deste trabalho, assim como aos professores Luiz Ivan de Melo Castelar e Osmundo Rebouças pelas sugestões e críticas construtivas.

RESUMO

SCME - BIBLIOTECA

No presente trabalho, se estima a capacidade tributária potencial dos Estados do Nordeste no período 1991-1996 para cada tipo dos principais tributos federal e estadual. Em seguida, calcula-se o esforço fiscal correspondente a cada um dos tributos e Estados. Utilizando-se destes conceitos, analisa-se a situação tributária dos Estados entre si e sugere-se sua utilização como instrumento para a nova reforma tributária do governo, no sentido de que a repartição da receita tributária, via transferências, seja realizada com base no esforço fiscal de cada estado. Aproveita-se a oportunidade e discute-se também, o paradigma de que não existe mais espaço para aumento da carga tributária. Uma outra hipótese testada é a de que as transferências do governo federal para os Estados do Nordeste faz com que estes se tornem ineficientes na arrecadação de seus impostos. O modelo empregado para a estimação do esforço fiscal é o da Função de Produção de Fronteira Estocástica. Neste sentido, especifica-se as funções de arrecadação e a ineficiência técnica de cada um dos tributos estadual e federal e estima-se estas funções.

ABSTRACT

In this paper, is estimated the potencial tax capacity and the fiscal effort for each kind of different taxes collected in the states of Northeast Brazil in 1991 to 1996. By the use these concepties, we can make some comparisons about the fiscal situation of these states. It is expected that these estimates will have practical utility in the design of the fax reform announced by federal government, mainly in the sense that tax revenue division, through transference, be connected to the fiscal effort of each state. It is also argued in the paper that there is no room to increase tax burden. Another hipothesis tested is that federal transfer brings inefficient state tax collection. The model used was a Sthocastic Production Frontier through specification of tax collection functions and the degree of technical inefficiency of each, federal and local, taxes. These items were used to estimate the stochastic frontier.

ECME - BIBLIOTECA

SUMÁRIO

RESUMO

BCME - BIBLIOTECA

INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO 1 – AS CONTAS PÚBLICAS	13
1.1 DIAGNÓSTICO	13
1.2 A REFORMA TRIBUTÁRIA	17
1.3 ANÁLISE DA CARGA TRIBUTÁRIA DO NORDESTE	22
CAPÍTULO 2 – CAPACIDADE TRIBUTÁRIA E ESFORÇO FISCAL	30
2.1 INTRODUÇÃO	30
2.2 TEORIA DAS FUNÇÕES DE PRODUÇÃO E MODELOS ECONÔMICOS APLICÁVEIS	31
2.2.1 Introdução	31
2.2.2 Conceitos e Definições	32
2.2.3 Modelos Econômicos de Fronteira	35
2.2.4 Modelos Eficientes Não-Fronteira	45
2.2.5 Evolução Recente dos Modelos de Produção de Fronteira Estocástica	47
2.3 O MODELO DE FUNÇÃO DE PRODUÇÃO DE FRONTEIRA ESTOCÁSTICA ..	50
CAPÍTULO 3 – ESTIMAÇÃO DA CAPACIDADE TRIBUTÁRIA POR TRIBUTOS NOS ESTADOS DO NORDESTE	54
3.1 INTRODUÇÃO	54
3.2 ESPECIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES DE ARRECADAÇÃO	54
3.3 ESTIMAÇÃO DOS PARÂMETROS DAS FUNÇÕES DE ARRECADAÇÃO	62
CONCLUSÃO	73
ANEXO	77
BIBLIOGRAFIA	82

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA I	15
TABELA II	16
TABELA III	23
TABELA IV	27
TABELA V	63
TABELA VI	72
TABELA VII	72
TABELA VIII	72
TABELA IX	72
TABELA X	72

SCME - BIBLIOTECA

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO I	26
GRÁFICO II	36

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo principal investigar o esforço na arrecadação dos principais tributos empreendido pelos Estados da região Nordeste.

O esforço a que nos referimos é o que se conhece como *esforço fiscal*, e definido como a relação entre o nível da *capacidade tributária potencial* ou *máxima* de arrecadar recursos tributários em uma jurisdição e a arrecadação efetivamente verificada nesta mesma jurisdição.

Para tanto, se estimará a *capacidade tributária potencial*, a qual é definida como a arrecadação máxima possível de ser obtida dadas as características socioeconômicas que caracterizam cada um dos Estados nordestinos, tais como a renda per capita, o nível de urbanização, o percentual da população com renda etc.

Supõe-se importante o conhecimento da variável *esforço fiscal* na medida em que a mesma pode ser utilizada como importante instrumento de análise dos impactos causados pela tributação sobre os contribuintes.

A variável *esforço fiscal* é importante também, inclusive para nortear a repartição da receita tributária do Governo Federal para os Estados, notadamente aqueles situados no Nordeste, através dos Fundos de Participação Constitucionais e das quotas do Fundo de Equalização¹.

Na estimação dos parâmetros das equações determinantes da *capacidade tributária potencial* e, por decorrência, do *esforço fiscal*, utiliza-se uma adaptação do método de estimação de funções de produção estocásticas, desenvolvidas por Battese e Coelli (1993, 1995).

No primeiro capítulo deste trabalho, são analisadas as contas do setor público, fazendo-se de início um diagnóstico das mesmas nos três níveis de Governo, onde se constatará que, a despeito do aumento real da arrecadação tributária em todos os três níveis de governo, estes têm enfrentado déficits

¹ O Fundo de Equalização, constante da proposta de reforma tributária enviada pelo Governo Federal ao Congresso Nacional, tem como objetivos principais: compensar a União e/ou os Estados e o Distrito Federal de eventuais perdas em suas receitas tributárias advindas com a nova estrutura de tributação e, em segundo lugar, distribuir quotas aos Estados e ao Distrito Federal de acordo com o desempenho da arrecadação do ICMS dentro de sua jurisdição (arts.13 e 14, a e b, da PEC).

constantes, com reflexos negativos importantes no volume e na qualidade da oferta dos bens e serviços públicos. Este estado de coisas aponta para uma mudança na política tributária brasileira, discussão que é feita na seção seguinte onde é abordada a Reforma Tributária, formalizada através de Proposta de Emenda Constitucional (PEC) encaminhada pelo Governo Federal ao Congresso Nacional. Aqui, são destacadas as mudanças mais importantes de interesse deste trabalho.

■ CME - BIBLIOTECA ▲

Na terceira seção, faz-se um estudo do comportamento da arrecadação tributária no Nordeste. Para tanto, são relacionados os principais tributos em termos de geração de receitas, quais sejam: o imposto sobre a renda e proventos de qualquer natureza (IR), o imposto sobre produtos industrializados (IPI), o imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, ainda que as operações e as prestações se iniciem no exterior (ICMS), a contribuição social sobre o lucro líquido (CSLL), a contribuição para o financiamento da seguridade social (COFINS), a contribuição para o Programa de Integração Social e para o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP) e a contribuição previdenciária oficial (CP). Estes tributos contribuem com pouco mais de 75% da receita tributária conjunta dos três níveis de governo.

Deste estudo, se observará que é pequena a arrecadação tributária do Nordeste *vis-a-vis* o desempenho em outras regiões do País, o que possibilitou que se fizesse uma análise qualitativa no sentido de identificar os principais motivos para esta performance.

Ainda nesta seção são feitas comparações entre os nove Estados que compõem o Nordeste no que diz respeito ao desempenho tributário de cada um deles. Como resultado da comparação se verificará que os Estados enfrentam “cargas tributárias”² desproporcionais, independentemente de sua pujança econômica.

² Aqui estamos usando o conceito de carga tributária (largamente utilizado) como a relação entre a receita tributária e o PIB. Como se sabe, este conceito não é absoluto, dependendo das capacidades contributivas e provisão pública de bens e serviços em cada sociedade, motivo pelo qual é questionado por alguns autores tais como Cossío (1998) e Varsano (1998).

O segundo capítulo trata dos diversos tipos de função de produção e as dificuldades e progressos empreendidos para a estimação econométrica dos parâmetros das funções de produção que iremos desenvolver para atingir os objetivos definidos para este trabalho.

Para tanto, se define na primeira seção, à guisa de introdução, os conceitos essenciais de carga tributária, carga tributária potencial e esforço fiscal.

Na seção seguinte, são abordados e caracterizados os principais tipos de função de produção mostrando a evolução dos modelos pesquisados desde os estudos iniciais de Farrel em 1957 até os mais sofisticados recentemente desenvolvidos. São enfocadas as dificuldades de estimação econométrica enfrentadas e as principais soluções impostas para a solução destas dificuldades, apontando-se sempre as vantagens e desvantagens de cada modelo. Esta seção é desmembrada em cinco subseções: a primeira é uma introdução; a segunda se limita a tecer comentários a respeito de definições e conceitos; a terceira e quarta subseções abordam, respectivamente, os modelos econométricos de fronteira e não fronteira. Por último, são descritas as pesquisas recentes na matéria.

Na última seção deste capítulo, é desenvolvido o modelo de Battese e Coelli, utilizado neste trabalho, que engloba as inovações mais recentes na estimação de fronteiras de produção estocástica.

O terceiro e último capítulo é a parte central do trabalho. Ali são obtidos os dados referentes ao esforço fiscal dos Estados do Nordeste por tributo selecionado. Para tanto, na seção 3.2, são especificadas as equações explicativas da arrecadação dos tributos selecionados para, em seguida, na seção 3.3, se estimar os parâmetros destas funções de arrecadação.

No final do trabalho são feitas as conclusões a que se pode chegar com base nas estimativas obtidas.

O apêndice deste trabalho complementa o tratamento econométrico dado a função de produção de fronteira estocástica apresentando a derivação da função de máxima verossimilhança do modelos assim como as derivadas parciais dos vetores de parâmetros a serem estimados.

CAPÍTULO 1

AS CONTAS PÚBLICAS

1.1 Diagnóstico

BCME - BIBLIOTECA

A atual estrutura tributária implementada com a Constituição de 1988 provou ser inadequada para fazer face às mudanças pelas quais vem passando o País, notadamente com a implementação do Plano Real que está a exigir uma nova ordem tributária.

O sistema tributário objetiva basicamente a transferência de recursos de propriedade da sociedade para a esfera de governo, recursos estes que devem ser suficientes para garantir o financiamento e a provisão de bens e serviços públicos para esta mesma sociedade.

O quadro atual brasileiro, no entanto, aponta para uma insuficiência na captação de recursos tributários nos três níveis de governo, denunciada pela incapacidade dos mesmos em ofertarem os bens e serviços mínimos requeridos pela sociedade de forma adequada.

Essa insuficiência e a necessidade de atender, pelo menos parcialmente, as pressões normais da sociedade, vêm obrigando as administrações a trabalharem com déficits. Estes, por sua vez, são financiados pelo conjunto da sociedade através do endividamento inseqüente dos governos e a custo elevado, obrigando, *a posteriori*, ao aumento da carga tributária, em geral, com a utilização de tributos de fácil e imediata arrecadação mas invariavelmente de baixa qualidade. Só para ficarmos com os exemplos mais recentes, a CPMF e a COFINS, tiveram suas alíquotas majoradas. Como se sabe, estes tributos, a exemplo do IOF, PIS, IPI, ICMS e do ISS, são regressivos e incidentes em cascata na produção e comercialização de bens e prestação de serviços, sem obedecerem ao princípio constitucional da "capacidade de pagamento".

O quadro a que nos referimos é determinado pela estrutura tributária implementada com a Constituição de 1988.

A atual Constituição trouxe grandes mudanças no desenho tributário do País, principalmente no que diz respeito a transferência de tributos da competência da União para os Estados e municípios. Os Estados incorporaram ao ICM (atual ICMS) cinco impostos da competência da União: Impostos Únicos sobre Minerais (IUM), sobre Lubrificantes e Combustíveis (IULC), sobre Energia Elétrica (IUEE), sobre Comunicações (ISC) e sobre Transportes (IT). Observe-se, no entanto, que os Estados, antes da Constituição de 1988, já participavam com 50% do IUEE, 70% do IUM, 40% do IULC e 50% da arrecadação federal do IT.

Os municípios também foram beneficiados com a descentralização dos tributos por parte do Governo Federal. Além do Imposto Sobre Serviços (ISS) e do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) que permaneceram sob sua competência, ampliaram sua arrecadação própria através da criação do Imposto sobre Vendas a Varejo de Combustíveis Líquidos e Gasosos (IVVCL) e do restabelecimento do Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis *Inter Vivos* (ITBI-IV), já que o *Causa Mortis* (ITBI-CM) permaneceu no âmbito dos Estados.

O benefício do aumento da receita para unidades subnacionais, no entanto, não se resumiu à ampliação da competência sobre uma quantidade maior de tributos. As Transferências Constitucionais para os Estados (FPE) e municípios (FPM) provenientes da arrecadação federal do IR e do IPI, tiveram os seus percentuais aumentados. O FPE passou de 14% para 21,5% enquanto o FPM, de 17% para 22,5%.

Por outro lado, do volume arrecadado do IR e do IPI, 3% passou a ser destinado para a formação dos Fundos Regionais (Norte, Nordeste e Centro-Oeste) em troca do Fundo Especial, até então existente, que correspondia a 2% daquele valor arrecadado.

Além deste aumento de participação da arrecadação do IR e do IPI, 10% do IPI incidente nas importações é destinado para o Fundo de Compensação pelas Exportações de Produtos Industrializados distribuídos de forma proporcional às exportações de cada Estado.

Como resultado destas modificações implementadas, de 1988 até 1997, a arrecadação da União experimentou um aumento de 44,1% em termos reais, os

Estados, 65,5%, e os municípios, 190,1%, como se pode verificar dos dados da tabela I, abaixo.

Por outro lado, os dados da tabela II na página seguinte, mostram que houve aumento da receita tributária nas três esferas governamentais. No entanto, o menor crescimento se dá na União, que também perdeu participação na composição da receita disponível, ou seja, receita tributária própria conjugada com as Transferências Constitucionais. Como se verifica, a participação do Governo Federal passou de 62,3% em 1988 para 56,3% em 1997, enquanto os Estados tiveram aumento de 26,8% para 27,0% e os municípios de 10,8% para 16,6%.

OCME - BIBLIOTECA

TABELA I

**DESEMPENHO DA ARRECADAÇÃO TRIBUTÁRIA POR NÍVEL DE GOVERNO.
1988/97**

ANOS	UNIÃO	ESTADOS	MUNICÍPIOS	UNIÃO	ESTADOS	MUNICÍPIOS
1988	116.764	42.955	4.733	100	100	100
1989	123.194	51.135	4.828	106	119	102
1990	141.574	55.955	6.173	121	130	130
1991	117.686	55.118	8.937	101	128	189
1992	117.739	50.269	7.657	101	117	162
1993	128.360	46.194	6.826	110	108	144
1994	142.118	57.297	7.332	122	133	155
1995	151.050	63.464	10.187	129	148	215
1996	159.631	70.046	13.447	137	163	284
1997	168.313	71.079	13.730	144	165	290
Variação	51.549	28.123	8.997	44,1%	65,5%	190,1%

Fonte: Tabela transcrita e contida em AFONSO, 1998.

Nota: Os valores em moeda estão em R\$ milhões e deflacionados pelo IGP-DI.

TABELA II

EVOLUÇÃO DA REPARTIÇÃO DA RECEITA TRIBUTÁRIA POR NÍVEL DE GOVERNO.
1988/97

CARGA (% do PIB)				COMPOSIÇÃO (% do TOTAL)				
ANOS	UNIÃO	ESTADOS	MUNICÍPIOS	TOTAL	UNIÃO	ESTADOS	MUNICÍPIOS	TOTAL
ARRECADAÇÃO DIRETA								
1988	15,8	6,0	0,7	22,4	70,5	26,5	2,9	100,0
1997	19,4	8,2	1,6	29,2	66,5	28,1	5,4	100,0
RECEITA DISPONÍVEL								
1988	14,0	6,0	2,4	22,4	62,3	26,9	10,8	100,0
1997	16,5	7,9	4,9	29,2	56,3	27,0	16,6	100,0

Fonte: Tabela transcrita de AFONSO, 1998.

Nota: Estimativas preliminares para o ano de 1997.

Dada a situação acima descrita, como justificar então o aumento dos déficits públicos, principalmente nas esferas inferiores de governo?

A deterioração das contas nos três níveis de governo apresentam causas de cunho político e causas de âmbito estrutural. Aqui nos deteremos somente nas causas estruturais.

Em primeiro lugar, a União não conseguiu completar a descentralização tributária implementada com a Constituição de 1988, já que não conseguiu que Estados e municípios absorvessem parcela dos bens e serviços públicos a que estava obrigada a ofertar anteriormente.

Em segundo lugar, a conta de encargos financeiros, arcada pelos três níveis de governo para o pagamento do serviço de suas dívidas, manteve-se alta neste período, motivada basicamente pela permanência, em níveis elevados, das taxas de juros incidentes sobre créditos não só obtidos internamente mas também sobre aqueles provenientes do exterior.

Há de ser considerado ainda a criação, neste período, de mais de 1.500 municípios novos em todo o País. Esta mudança acarretou não só a pulverização

dos recursos recebidos a título de FPM, como aumentou os custos globais das administrações nos três níveis de Governo³.

Além disso, aponta-se o relaxamento na busca de eficiência na arrecadação tributária própria das unidades subnacionais como um outro fator que contribuiu para o descompasso entre suas receitas e gastos. Argumenta-se que o aumento da Receita Disponível advindo do aumento de Transferências, causou a acomodação dos governos na busca do aumento da arrecadação própria [Cossío (1998)]⁴. No entanto, a evidência empírica desta hipótese não se verificou, conforme os dados estimados obtidos no último capítulo deste trabalho.

1.2 A Reforma Tributária

BCME - BIBLIOTECA

A necessidade de uma reforma na estrutura tributária é, portanto, motivada pela situação deficitária nos três níveis de governo.

Este quadro deficitário, no entanto, necessita de urgente mudança, haja vista que a dificuldade de formação de poupança doméstica tem contribuído de forma decisiva para o insuficiente crescimento econômico que o País vem passando nos últimos anos.

O setor público tem pois, papel preponderante no processo de formação desta poupança, não só realizando as mudanças necessárias nas regras tributárias mas também desenvolvendo e implementando mecanismos que promovam a formação de poupança no âmbito das relações privadas da economia.

Assim, na medida em que os governos passarem a trabalhar com superávits (ou mesmo orçamentos equilibrados), a pressão que suas demandas

³ Além do custo adicional com a administração do novo município, antes diluído nos gastos realizados pelo município a que estava jurisdicionado, os Estados e a União têm agora que financiar o novo custo do relacionamento e atendimento de demandas sociais destes novos municípios.

⁴ O aumento da receita disponível das unidades subnacionais proveniente de recursos não tributários, como as transferências federais, causa ainda piora na qualidade da oferta dos bens e serviços públicos. A explicação para esta deterioração é a dificuldade que tem a população de fiscalizar a aplicação dos recursos na melhoria e controle da oferta de bens e serviços públicos quando a fonte e a aplicação dos recursos estão bastante dissociadas.

Existe ainda o *flypaper effect*, traduzido como a relação positiva entre o aumento dos gastos do governo advindo do aumento das fontes não tributárias de recursos.

por recursos bancários exercem sobre a taxa de juros será atenuada. Por seu turno, com as taxas de juros em níveis mais modestos, o custo do endividamento público tende a ser menor e, portanto, menor deverá ser a necessidade de recursos, por parte dos três níveis de governo, para fazer face ao pagamento do serviço da dívida pública.

Em termos práticos, os governos vêm comprimindo gradativamente os seus gastos, embora com grandes dificuldades.

Quanto à receita, existe mais ou menos o consenso de que há pouca folga para sua expansão, dada a insatisfação generalizada da sociedade quanto a carga tributária, a forma de incidência e aos prazos de recolhimento.

A cultura de que o País possui um carga tributária muito elevada é no mínimo discutível. Na verdade, o Brasil se situa em uma posição intermediária entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento, tendo como exceções o caso do Japão que tem uma carga de apenas 23%, como aponta Varsano(1998).

Discutível não é, no entanto, a má distribuição da carga sobre os contribuintes, como verificaremos nos capítulos seguintes.

De forma conclusiva, tem-se um grande esforço por parte da maioria dos governos no sentido de diminuir gastos públicos e, por outro lado, a constatação de maiores dificuldades ainda para ampliarem suas receitas, dado o atual desenho tributário.

A tentativa de mudar esta estrutura através da Proposta de Emenda Constitucional, está alicerçada na descentralização tributária para níveis subnacionais de governo e a busca de maior justiça na imposição dos encargos tributários a ser conseguida através do aumento da eficiência na arrecadação e fiscalização de impostos.

Entre os motivos que sustentam a proposta da descentralização, está o fato do impacto negativo na gestão dos gastos públicos provocado quando se dissocia a arrecadação dos tributos da provisão de bens e serviços públicos. Como comentado anteriormente, esta dissociação gera reflexos perniciosos na eficiência na aplicação dos recursos ao dificultar a fiscalização, por parte da sociedade, do retorno que o tributo está proporcionando em bens e serviços públicos.

Quanto a justiça fiscal buscada com a Reforma, propõe-se, além da compensação temporária por eventuais perdas de receita, a criação de um sistema de premiação (compensação) à eficiência arrecadadora estadual, embora sem menção à minoração de uma série de distorções na estrutura atual de impostos como a larga utilização de tributos em cascata (PIS, COFINS etc), impostos sobre a produção e consumo (IPI, ICMS etc), a reduzida tributação do capital em detrimento do lucro (como são exemplos as alíquotas incidentes sobre os ganhos em aplicações nos fundos de renda fixa e variável e a não regulamentação do Imposto sobre Grandes Fortunas), a utilização de bases de cálculo do imposto superpostas (como são os casos do IR e a CSLL, e do PIS e a COFINS) além de uma legislação prolixa, conflitante e ineficaz, que tem contribuído, ao lado do sigilo bancário para o fisco, para a lentidão processual e para a dificuldade de fiscalização do cumprimento das obrigações tributárias.

BCME BIBLIOTECA

No entanto, é importante se observar a esta altura que, para implantar a descentralização tributária proposta na Reforma, cumpre observar a necessidade de conjugação de dois fatores importantes. O primeiro é o fato de que existe uma grande disparidade econômico-social entre os Estados da Federação determinando distorções e limitações na capacidade de gerar recursos tributários. Em certos casos, poderá haver insuficiência de recursos gerados em uma jurisdição para fazer frente às necessidades de sua população.

Em segundo lugar, se faz necessário que o governo federal se empenhe em promover a diminuição dos desequilíbrios regionais.

Acontece que o atendimento das necessidades das populações de mais baixa renda, dada a insuficiência da receita arrecadada e a necessidade de sua conjugação com a política de diminuição dos desequilíbrios regionais, é conflitante com a descentralização da captação de recursos tributários e das funções de responsabilidade do governo.

Assim, a Reforma Tributária proposta, cujo objetivo em princípio é o alívio da situação financeira dos governos, notadamente o governo federal, ao se basear na descentralização tributária através do aumento da arrecadação própria dos Estados (e na conseqüente transposição de parte da oferta de bens e serviços

públicos para as unidades inferiores de governo), poderá contribuir para o aprofundamento dos desequilíbrios regionais.

Por outro lado, os mecanismos compensatórios parecem ser insuficientes, mesmo porque são temporários.

Para corroborar as afirmativas acima, necessário se faz uma abordagem sintética dos principais pontos da Reforma Tributária proposta pelo Governo Federal, entre os quais podemos destacar:

1. eliminação do IPI e o estabelecimento de um imposto (conhecido como imposto seletivo) de incidência sobre as “operações relativas a derivados de petróleo, combustíveis, lubrificantes, energia elétrica, fumo, bebidas, veículos automotores, embarcações, aeronaves, bens e mercadorias supérfluos a serem especificados em lei complementar e sobre serviços de comunicação”;
2. a implantação de um “novo” ICMS (já que o atual perderá importantes itens de receita) com a receita partilhada entre a União, os Estados e o Distrito Federal, e exigido do contribuinte através da aplicação de uma única alíquota global composta de percentuais distintos para a União e outro para os Estados e o Distrito Federal, além de ser transferido para a União o poder de legislar, atualmente com os Estados e o Distrito Federal, permanecendo com os últimos a responsabilidade pela fiscalização e administração do tributo;
3. a substituição do IPI pelo novo “imposto seletivo” na composição da fonte dos recursos sobre os quais são subtraídos os 47% relativos às Transferências Constitucionais (FPE, FPM e Fundos Regionais);
4. a criação de um órgão integrado por representantes da União, dos Estados e do Distrito Federal para, além de outras funções, administrar o Fundo de Equalização, com vigência prevista para 12 anos (determinado na Emenda como Período de Transição), e que teria como objetivo:

a. compensar eventuais quedas na parcela de receita disponível da União, dos Estados e do Distrito Federal relativa aos tributos modificados por esta emenda...⁵;

⁵ O prazo de aplicação deste dispositivo é de doze anos, sendo os quatro primeiros com cobertura integral de perdas e, os oito anos restantes, com cobertura decrescente.

b. *financiar quota a ser distribuída aos Estados e ao Distrito Federal de acordo com o respectivo desempenho na arrecadação do imposto.*

Ainda de acordo com o art.13 da PEC, os recursos do Fundo seriam provenientes da arrecadação do *adicional* previsto para o ICMS (art.4, que modifica o art.152 da CF) e do imposto incidente sobre a Movimentação ou Transmissão de Valores e de Créditos de Natureza Financeira (similar `s atual CPMF).

Observa-se, em primeiro lugar, que o estudo de impactos na arrecadação advindos da mudança dependem do calibre que se dará às alíquotas a serem aplicadas ao “novo ICMS” e ao “imposto seletivo”, matéria infraconstitucional.

Em segundo lugar, observa-se a montagem de mecanismos compensatórios para financiar as possíveis perdas de receitas da União e/ou dos Estados e Distrito Federal.

BCME - BIBLIOTECA

Em terceiro lugar, a permanência do atual sistema de Fundos de Participação de Estados e Municípios e dos Fundos Regionais, inclusive com a utilização dos percentuais atualmente vigentes.

Por último, vale observar a instituição de um sistema de quotas, também provenientes de recursos do Fundo de Equalização, objetivando premiar o desempenho estadual na arrecadação do ICMS.

Quanto a este último ponto, a interpretação literal sugere que os Estados com maior arrecadação do ICMS e/ou com maior variação positiva deste, seriam aquinhoados com uma quota maior a ser distribuída pelo Fundo de Equalização, haja vista que o termo “desempenho da arrecadação” em administração tributária, em geral, está associado ao volume de receitas tributárias e às suas variações.

Se se interpreta desta forma, os Estados com menor capacidade de gerar tributos, vale dizer, os reconhecidamente mais pobres que, invariavelmente, possuem uma base tributária menor, seriam prejudicados.

A importância da utilização do conceito de *esforço fiscal*, definido na introdução deste trabalho, para fazer o balizamento da distribuição das quotas em referência surge daí. Observe-se, por exemplo, que uma determinada jurisdição pode estar fazendo um grande esforço de arrecadação e ser eficiente na captação de recursos tributários ali gerados, ou seja, apresentar pouca diferença entre o

volume máximo arrecadável e o volume efetivamente recolhido, mas, em relação a outras jurisdições, apresentar um baixo desempenho na arrecadação do tributo que administra e fiscaliza, aqui entendido como baixa arrecadação e pouca capacidade de alavancá-la.

A distribuição das quotas do Fundo de Equalização com base no *esforço fiscal* que cada Estado fizer, tende a compensar efetivamente a eficiência na arrecadação dos recursos tributários próprios, ao mesmo tempo que se estará utilizando de critério mais justo para distribuir renda e minimizar desequilíbrios regionais.

Raciocínio similar se pode fazer em relação ao cálculo dos Fundos de Participação. Um Estado pode, em termos relativos, estar fazendo um maior esforço para contribuir para a arrecadação do Imposto de Renda e do “imposto seletivo” mas, ao mesmo tempo, estar sendo pouco beneficiado com a repartição destas receitas via transferências constitucionais, haja vista que a regra atual de cálculo das mesmas utiliza outros critérios.

Esta dicotomia entre o *esforço fiscal* imprimido a uma sociedade e a posterior oferta de bens e serviços públicos, deverá contribuir para que os objetivos de distribuição de renda e minimização dos desequilíbrios regionais, motivo da existência das transferências constitucionais, sejam parcialmente alcançados.

1.3 Análise da Carga Tributária do Nordeste

Nesta seção, analisa-se o desempenho tributário da região Nordeste em relação ao verificado no País e, em seguida, estuda-se comparativamente a performance dos Estados.

Para tanto, utilizaremos a tabela III, onde são apresentados os dados referentes às médias percentuais, dos anos de 1991 a 1997, das relações entre o PIB dos Estados do Nordeste e o PIB agregado para a região; a arrecadação dos tributos IR, IPI, CSLL, COFINS, PIS/PASEP, ICMS e Contribuição Previdenciária nos Estados do Nordeste e a arrecadação agregada dos mesmos tributos na região Nordeste denotados, respectivamente, por IR, IPI, CSLL,

COFINS, PIS/PASEP, ICMS e CP; e as Transferências Constitucionais recebidas pelos Estados da região e o total de Transferências recebidas pelo Nordeste(Tr).

Como se pode verificar pelos dados constantes da última linha da tabela III, a arrecadação dos tributos relacionados é pequena na região Nordeste em comparação com a arrecadação tributária em outras regiões da Federação. Enquanto o PIB do Nordeste contribui com 15,37% para a formação do PIB brasileiro, os tributos administrados pela Receita Federal aqui arrecadados, variaram entre 6,23% e 7,96% da arrecadação total do País. Mesmo os dados para a Contribuição Previdenciária (8,77%) e para o ICMS (12,36%), embora apresentem percentuais maiores, ficam aquém da performance nacional.

TABELA III
PARTICIPAÇÕES RELATIVAS DOS TRIBUTOS E TRANSFERÊNCIAS
POR ESTADO NO NORDESTE

(Médias % de 1991-97)

BCEME - BIBLIOTECA

	PIB	IR	IPI	CSLL	COFINS	PIS/PASEP	IPI	CP	Tr
MA	8,93	4,49	4,45	4,32	4,28	4,55	5,79	5,37	12,90
PI	4,18	3,37	4,91	4,58	3,53	3,51	3,58	2,95	7,60
CE	16,00	19,74	11,87	19,87	15,45	16,73	15,63	15,17	14,15
RN	6,56	4,97	3,57	4,59	4,31	4,50	4,77	7,61	7,41
PB	6,53	5,38	7,09	6,12	4,97	5,16	5,58	5,12	9,01
PE	17,15	21,55	25,38	22,07	22,94	22,79	20,17	21,98	13,83
AL	5,52	4,13	4,07	5,13	4,12	4,88	4,62	5,00	7,28
SE	3,84	4,44	1,92	4,75	4,57	4,20	4,38	4,79	6,14
BA	31,29	31,94	36,75	28,58	35,82	33,66	35,49	32,02	21,67
NE/BR	15,37	6,23	7,20	6,63	7,96	6,94	12,36	8,77	39,54

Fonte: Ministério da Fazenda, Receita Federal e SUDENE

As causas para esta pequena participação na arrecadação de tributos no Nordeste estão relacionadas diretamente com as características adversas da economia da região.

Entre estas características destaca-se a forte presença de empresas que gozam de incentivos fiscais, exemplificadas, basicamente, por renúncias fiscais relativa a tributos incidentes sobre o lucro (FINOR) e sobre o valor agregado (ICMS)⁶.

Outra característica importante é a grande presença de pequenas e microempresas na Região. As microempresas são isentas dos tributos incidentes sobre o lucro, parte dos incidentes sobre o faturamento⁷ e do ICMS, até o seu limite de isenção, enquanto as pequenas empresas são tributadas a alíquota reduzida, através da modalidade de tributação SIMPLES. Portanto, é possível se concluir que as regiões que possuem uma participação menor de microempresas e pequenas empresas devem apresentar, em termos relativos, uma melhor performance na arrecadação de tributos.

Outro fator apontado como contributivo para a performance de baixa arrecadação é a existência de grande número de filiais de empresas sediadas em regiões mais desenvolvidas⁸. O domicílio fiscal destas filiais instaladas no Nordeste é o da matriz, dada a obrigatoriedade da centralização da escrita fiscal e dos recolhimentos⁹. Portanto, a arrecadação de parte dos tributos devidos pelas filiais aqui instaladas faz parte das estatísticas de arrecadação das regiões mais desenvolvidas.

Observe-se ainda que as empresas do sistema financeiro também estão sediadas de forma concentrada na região Sudeste. Assim, novamente, uma

⁶ Os incentivos fiscais aqui referem-se a isenção do ICMS por tempo determinado concedido pelos governos estaduais para fomentar a expansão e, principalmente a instalação, de empresas novas em seus Estados.

⁷ As microempresas ficaram isentas do FINSOCIAL até abril de 1992, ao contrário da COFINS, que a sucedeu.

⁸ A empresas tendem a instalar suas matrizes em regiões mais desenvolvidas motivadas pelas condições econômicas mais favoráveis: grande mercado consumidor, mão-de-obra mais qualificada, melhores condições de escoamento da produção etc.

⁹ O recolhimento centralizado é obrigatório nos casos do Imposto de Renda (IR) e da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), a não ser que exista uma justificativa aceitável por parte do fisco para a eleição de outro domicílio fiscal. Os tributos incidentes sobre o faturamento podiam ser recolhidos por estabelecimento até o final de 1998. No caso do IPI e do ICMS, a descentralização é obrigatória devido as características intrínsecas dos impostos.

parcela dos tributos gerados pelas filiais de instituições financeiras, são recolhidos nas jurisdições de outras regiões do País.

Observe-se ainda que a industrialização dos produtos de maior arrecadação do IPI, no caso, fumo, bebidas e automóveis¹⁰, ocorre na quase totalidade nas regiões Sul e Sudeste do País. O mesmo se dá com relação ao IPI incidente nas importações, já que o volume de importações promovido pelos estabelecimentos sediados nas regiões mais desenvolvidas é bem maior. Para se ter uma idéia, o Nordeste participou com apenas 7,76% das importações nacionais em 1996. Desta forma, fica fácil deduzir-se os motivos que levaram à baixa arrecadação deste tributo na região Nordeste.

Outro fator importante no perfil da arrecadação tributária da região é a existência majoritária de população com baixa renda. A renda per capita do Nordeste é pouco maior que 50% da brasileira¹¹. O resultado desta característica é determinante na arrecadação dos tributos incidentes sobre a renda das pessoas físicas¹² e da Contribuição Previdenciária Oficial.

O ICMS e o IPI também sofrem estes reflexos. A população de baixa renda consome preferencialmente produtos de reduzido valor agregado. Aliás, baixo valor agregado por produto é uma característica da produção industrial das regiões menos desenvolvidas, o que contribui de forma negativa para a arrecadação do ICMS e do IPI na Região.

Mas, não é somente a base tributária pequena que afeta a arrecadação do IPI e do ICMS na Região Nordeste. As alíquotas do IPI incidentes sobre os produtos que têm baixo valor agregado são de fato menores que as incidentes sobre os outros produtos com maior grau de elaboração. No caso do ICMS, a alíquota é praticamente uniforme, mas os produtos da cesta básica, os quais possuem largo consumo, têm alíquotas de apenas 7%.

¹⁰ As arrecadações do IPI-AUTOMÓVEIS, IPI-FUMO, IPI-BEBIDAS e IPI-VINCULADO A IMPORTAÇÕES apresentaram uma participação de mais de 58% na arrecadação total do IPI no ano de 1997.

¹¹ Observe-se que nos dados para o Brasil, está inclusa a própria Região Nordeste. A comparação mostraria uma discrepância maior se se comparasse com a renda per capita do Brasil composto apenas das outras quatro regiões.

¹² As alíquotas dos IR são progressivas e a renda mensal média de R\$ 900,00 pertence a faixa da insuficiência de renda a ser tributada.

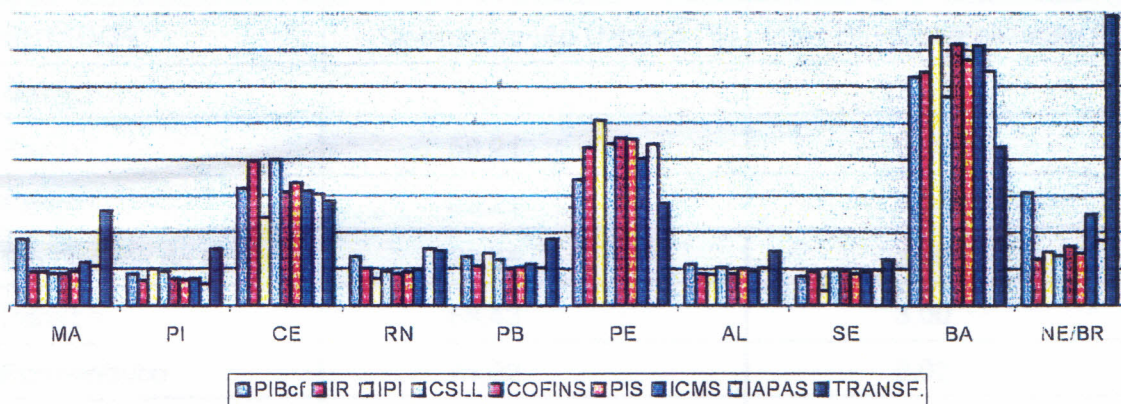
As condições econômicas adversas contribuem ainda para uma menor lucratividade das empresas instaladas na Região¹³, com reflexos importantes sobre as arrecadações do imposto de renda e a contribuição social sobre o lucro líquido assim como sobre a inadimplência destas empresas em relação às suas obrigações tributárias¹⁴.

Os fatores acima abordados não têm a pretensão de ser exaustivos, mas dão uma explicação, a nosso ver satisfatória, para a baixa arrecadação tributária na região Nordeste.

De forma particularizada, se pode verificar dos dados da tabela III e do gráfico I, que os Estados da Bahia, Pernambuco e Ceará, apresentam, em termos relativos, as maiores arrecadações por tipo de tributo no Nordeste.

GRÁFICO I

CARGA TRIBUTÁRIA, TRANSFERÊNCIAS E PIB



Fonte: Ministério da Fazenda, Receita Federal e SUDENE.

O Estado de Pernambuco apresenta-se com todos os percentuais de arrecadação de tributos bem maiores que a sua participação na economia nordestina (medida pela relação entre o seu PIB e o do Nordeste).

¹³ As condições adversas contribuem para dificuldades de redimensionamento do tamanho das empresas, prejudicando a lucratividade dadas as deseconomias de escala. A existência de maior risco contribui para que a oferta de crédito bancário seja inadequada sobre todos os aspectos: alto custo, curto prazo e reduzido volume por operação e tomador. A Região enfrenta ainda, a inexistência de mercado pujante e, entre outros problemas, apresenta, na média, elevado custo de distribuição.

¹⁴ Observe-se que não há uma relação direta de proporcionalidade entre o PIB de uma região e o lucro das empresas aí instaladas, o que corrobora a conclusão acima.

No caso da Bahia, embora a participação da arrecadação da CSLL no Estado (28,58%) esteja abaixo da relação entre o PIB da Bahia e o PIB do Nordeste (31,29%), a diferença não é representativa.

O mesmo se dá com o Estado do Ceará em relação a arrecadação da COFINS, ICMS e Contribuição Previdenciária, embora, no caso do IPI, a diferença seja mais acentuada.

A explicação para o fenômeno acima é apontada como decorrência do grau de industrialização e concentração populacional¹⁵. Os três Estados citados são os mais industrializados e também de grande concentração urbana, como se pode verificar da Tabela IV, abaixo.

TABELA IV
CONCENTRAÇÃO URBANA E GRAU DE INDUSTRIALIZAÇÃO DOS
ESTADOS DO NORDESTE

ESTADOS	Concentração Urbana (%)	Grau de Industrialização (%)
Maranhão	51,92	27,97
Piauí	58,21	0,45
Ceará	69,21	7,00
Rio Grande do Norte	72,05	3,46
Paraíba	68,43	3,00
Pernambuco	74,02	9,02
Alagoas	63,11	9,36
Sergipe	70,22	3,90
Bahia	62,42	35,84

Fonte: IBGE e SUDENE.

Nota: A Concentração Urbana corresponde ao ano de 1996 e o Grau de Industrialização aqui está medido através do consumo de energia elétrica industrial no ano de 1997.

¹⁵ Jane Leuthold. *Tax hares in developing Economies: a panel study*. Journal of Development Economics. V.22, p.173-185, 1991 afirma que "...estudos de *cross-section* de países têm demonstrado que um maior grau de industrialização da economia favorece a ampliação da arrecadação tributária" e que, "... a concentração populacional nos centros urbanos facilita a obtenção de recursos tributários devido à existência de economias de escala na gestão tributária geradas por esta concentração e de atividades econômicas."

Por outro lado, os Estados que apresentam menor participação no PIB do Nordeste, como é o caso do Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba e Alagoas, apresentam arrecadações abaixo de sua já reduzida participação percentual no PIB da região. Estes Estados apresentam baixo Grau de Industrialização (casos do Piauí, Paraíba e Rio Grande do Norte) e/ou menor Concentração Urbana (Maranhão, Piauí e Alagoas), como pode ser verificado dos dados da tabela IV.

O Estado de Sergipe, por seu turno, apresenta uma baixa participação no PIB do Nordeste e pouca industrialização¹⁶ mas, no entanto, arrecadação tributária elevada. Esta dicotomia pode ser explicada em parte pela sua elevada Concentração Populacional Urbana.

Outra observação que se depreende dos dados da Tabela III e do Gráfico I à página 26, é que a performance da arrecadação do ICMS é melhor relativamente a arrecadação dos tributos administrados pela União, a despeito do comportamento agressivo dos governadores da região na concessão de incentivos através de renúncias fiscais do ICMS, objetivando a geração de emprego e renda em seus Estados¹⁷.

Não se deve deixar de notar também que os fiscos estaduais melhor aparelhados são aqueles pertencentes aos três Estados mais desenvolvidos economicamente e, como era de se esperar, são os mesmos que apresentam as maiores participações da arrecadação do ICMS.

De forma conclusiva, se pode afirmar que os Estados do Nordeste não sofrem de forma igualitária o impacto da imposição da tributação tanto no âmbito federal como estadual.

Por outro lado, as Transferências Constitucionais para Estados e municípios do Nordeste, não amenizaram a injustiça fiscal acima, como se pode depreender da Tabela III¹⁸. Pelo contrário, o Estado de Pernambuco apresentou a melhor

¹⁶ O Estado de Sergipe apresenta a mais baixa participação da arrecadação do IPI no Nordeste - 2,14% em média no período de 1991 a 1997.

¹⁷ A relação ICMS/PIB de Pernambuco é maior que a mesma relação para o Estado do Ceará que, embora apresente igualmente fiscos eficientes, possivelmente reflete a maior agressividade do Governo cearense na concessão de incentivos fiscais à instalação de empresas em sua jurisdição.

¹⁸ Embora o Nordeste receba quase 40% das Transferências Constitucionais, dados do ano de 1990 indicam que as Transferências Voluntárias para a Região não ultrapassaram os 9%, enquanto o Sudeste recebeu 12%, o Norte 34% e o Centro-Oeste 32%, de todos os recursos destinados voluntariamente pelo Governo Federal naquele ano.

performance fiscal enquanto recebeu a título de Transferências Constitucionais um valor percentualmente menor que sua participação relativa na economia (medida em termos de seu PIB em relação ao PIB do Nordeste). Por outro lado, o Estado do Maranhão, o mais “ineficiente” na arrecadação de todos os tributos, recebeu percentualmente acima da sua participação na economia da Região.

Verifica-se ainda que os três Estados que apresentam melhor performance na arrecadação própria (ICMS), são aqueles que têm maior participação relativa no volume de Transferências destinado à Região. Por outro lado, os Estados de pior perfil na arrecadação dos tributos estaduais são aqueles menos aquinhoados em termos relativos com o aporte de Transferências. Esta conclusão refuta a pressuposição que há uma relação inversa entre as arrecadações de tributos estaduais e o volume de Transferências Constitucionais. A evidência empírica realizada na seção quatro confirma este fato.

Por fim, vale observar a importância de se discutir não só o caráter redistributivo de renda das Transferências Constitucionais mas também a “retirada” desigualitária de recursos das unidades subnacionais nordestinas, aqui mensurada através do *esforço fiscal*, e o relacionamento desta retirada de recursos com a regra de repartição dos Fundos Constitucionais.

O que se propõe aqui é a anexação à Reforma Tributária de proposta de reformulação dos critérios utilizados para o cálculo dos recursos a serem distribuídos, via Fundos de Participação, e a inclusão do mesmo critério para a distribuição das quotas do Fundo de Equalização, de forma a levarem em conta o esforço que os diversos Estados da Região Nordeste fazem para contribuir com a geração de recursos tributários.

CAPÍTULO 2

CAPACIDADE TRIBUTÁRIA E ESFORÇO FISCAL**2.1 Introdução**

Em geral, é muito comum fazer-se comparações das cargas tributárias entre municípios, Estados, regiões ou países usando a medida relação percentual entre arrecadação e o PIB.

No entanto, vale salientar que tais comparações em termos absolutos, podem ser desprovidas de qualquer sentido se não levar-se em consideração que uma mesma carga tributária pode ser alta para uma unidade nacional e baixa para outra. Com efeito, conhecida a carga tributária de um país, se sua capacidade tributária definida como a receita tributária máxima que este país pode arrecadar for relativamente maior (menor) do que aquela primeira, este país pode apresentar uma carga tributária baixa (maior) quando comparada a um outro país que apresente, por exemplo, a mesma carga tributária mas uma capacidade tributária menor (maior).

Nestas comparações, tem-se que levar ainda em consideração as provisões de bens públicos que as entidades nacionais ofertam em função de suas arrecadações fiscais.

Assim sendo, para efeito de comparações adequadas de cargas tributárias entre subunidades nacionais, parece mais razoável estimar-se a capacidade tributária e daí, então, medir o esforço tributário definido como a relação entre a carga e a capacidade tributária de cada uma delas.

A determinação da capacidade tributária ou arrecadação potencial de uma unidade jurisdicional (município, Estado, região ou país) pode ser obtida, em geral, através de duas maneiras distintas. A primeira, que pode ser subdividida em duas, tradicionalmente se baseia no uso de médias nacionais tais como arrecadação tributária como proporção do PIB nacional vezes o PIB da unidade jurisdicional ou na média ponderada do volume arrecadado por impostos, onde os pesos são as proporções das arrecadações dos referidos impostos naquela unidade.

Sobre a aplicação desta metodologia, pode-se fazer várias críticas (Cossío, 1998). As principais são, por exemplo, considerar o PIB como o único fator de influência sobre a arrecadação tributária e que os pesos utilizados na média ponderada, por se tratar de proporções da unidade jurisdicional dos vários impostos, podem fazer com que se subestime ou superestime a real capacidade tributária.

A segunda utiliza-se de modelos econométricos com objetivo de estimar as relações de causalidade entre os vários tributos e as variáveis que os influenciam e, a partir daí, fazer previsões da capacidade tributária de cada unidade. A maior justificativa para a utilização desta metodologia é poder incluir outras variáveis socioeconômicas, além do PIB, que reconhecidamente impactam a arrecadação tributária. Dentre várias, as mais utilizadas são população, PIB per capita, concentração de renda, grau de urbanização e produção setorial.

Desde que a capacidade tributária não é uma variável mensurável, seu conhecimento só pode se dar através de estimação usando técnicas econométricas. Neste sentido, na última seção deste capítulo, faz-se a apresentação do modelo econométrico utilizado para estimação neste trabalho. Antes, no entanto, fez-se necessário desenvolver um apanhado sobre a teoria e as pesquisas no campo da econometria levadas a efeito até o presente sobre os modelos alternativos e as formas diversas de estimação, o que é feito na seção seguinte.

2.2 Teoria das Funções de Produção e Estimação Econométrica

2.2.1 Introdução

Nesta seção, são abordados de forma temporal, os modelos econométricos utilizados na estimação das funções de produção desde o início das pesquisas realizadas por Farrel em 1957.

Para tanto, inicialmente serão definidos os conceitos importantes utilizados, entre os quais o de função de produção, fronteira de produção e ineficiência na produção.

Em seguida, na subseção três, são abordados e caracterizados os principais tipos de função tecnológica de fronteira desenvolvidas até então.

Na subseção quatro, se aborda a função de produção sem a utilização do conceito de fronteira.

Por último, é desenvolvido o modelo de Battese e Coelli, utilizado neste trabalho, o qual engloba as inovações mais recentes na estimação de fronteiras de produção estocástica.

A derivação da função de máxima verossimilhança e suas derivações parciais com relação aos parâmetros do modelo, são apresentadas no apêndice deste trabalho.

2.2.2 Conceitos e Definições

BCME - BIBLIOTECA

A *função de produção*, segundo as definições teóricas dos livros- textos é a equação, tabela ou gráfico que mostra o máximo possível de produção obtível dadas as quantidades de um conjunto de insumos¹⁹.

Esta definição, aceita durante décadas, passou a ser questionada após o trabalho pioneiro de Farrel (1957). Neste trabalho, são feitas importantes considerações acerca da possibilidade de se estimar a chamada *fronteira da função de produção*, com o objetivo de explicar a discrepância entre os dados gerados através da utilização do instrumental teórico e aqueles observados no trabalho empírico. Devido a uma série de razões, o esforço não foi bem-sucedido completamente. Daí o trabalho de Aigner, Lovell e Schmidt (1977), sugerindo uma nova abordagem para estimação da *fronteira da função de produção*, envolvendo a especificação de um termo de erro aglutinando duas componentes que envolvem as discrepâncias verificadas geradas por ineficiência técnica na produção e erros de mensuração²⁰.

¹⁹ Similarmente, a *função de custos* dá o nível mínimo de custos a serem incorridos para se produzir uma determinada quantidade de um determinado produto, dados os preços dos insumos, e a *função de lucro* fornece o máximo de lucro que pode ser obtido dados os preços de produtos e de insumos.

²⁰ Originalmente o autor envolveu outros fatores que contribuem para as discrepâncias entre os pontos na fronteira e aqueles correspondentes ao obtido na realidade, mas relativos a *funções de custos e de lucro*. São exemplos as ineficiências originadas do ponto de vista da escala de produção e do ponto de vista alocativo.

O conceito de ineficiência técnica está associado à obtenção de um nível de produção abaixo daquele que seria possível se se tivesse utilizado os recursos de forma mais racional. Por outro lado, os erros de mensuração são, em geral, originados na obtenção do valor da variável dependente.

Além dos conceitos acima, são importantes para este estudo os conceitos de *maximização* e o já aludido conceito de *fronteira*. O conceito de *maximização* está vinculado à maior produção que se pode obter com um dado conjunto de insumos²¹. Por sua vez, a idéia de *fronteira* está associada às limitações impostas pela tecnologia e disponibilidade de recursos e insumos e, portanto, está associada ao máximo possível de produção. Assim, se pode observar pontos abaixo da fronteira da função de produção (firmas que produzam abaixo da quantidade máxima possível) mas nenhum ponto pode se situar acima da fronteira de produção.

A magnitude pela qual a firma se situa abaixo da fronteira, no caso da produção (e do lucro, e acima, no caso dos custos), pode ser entendida como medida de ineficiência. A mensuração da ineficiência tem sido o principal motivo para os estudos de fronteiras. Como se verá, é possível (sob certas hipóteses mais avançadas) medir pelo menos o nível médio de ineficiência dentro da indústria e até para cada firma de forma individual.

OCME - BIBLIOTECA

De um ponto de vista econométrico, a estimação das fronteiras é interessante porque o conceito de maximização coloca um limite na variável dependente ou pelo menos em algum componente desta variável em alguns modelos. A maioria das fronteiras econométricas supõem a existência de distúrbios do tipo unilateral (em geral, de sinal não-positivo) nestas fronteiras e vem acompanhada de alguns problemas estatísticos, como veremos adiante.

A teoria que está por trás dos conceitos acima abordados pode ser desenvolvida da seguinte forma: suponha uma firma empregando n insumos $x \equiv (x_1, \dots, x_n)'$, disponível a preços fixos $w \equiv (w_1, \dots, w_n)'$ > 0 e que produz um único produto y que pode ser vendido pelo preço $p > 0$. A função $f(x)$ caracteriza a transformação eficiente de insumos em produtos mostrando o máximo produto obtível com a utilização de diferentes vetores de insumos.

²¹ O mesmo se pode dizer para a *função de lucro*. A *função de custos*, por seu lado, utiliza o conceito de *minimização*, já que o interesse é o menor custo.

Supondo um programa de produção (y^o, x^o) , tal programa é tecnicamente eficiente se $y^o = f(x^o)$ e tecnicamente ineficiente se $y^o < f(x^o)$, (observando-se que $y^o > f(x^o)$ é uma situação impossível). Uma das mensurações de eficiência para este programa de produção pode ser feito através da razão $0 \leq y^o / f(x^o) \leq 1$.

A referência feita às ineficiências relacionadas com as funções de produção, custo e lucro, nos estudos iniciais, classificam-nas como de três tipos: técnica, alocativa e de escala.

A ineficiência técnica é devida ao uso *excessivo* de insumos e, portanto, a um custo desnecessariamente elevado, fazendo com que o gasto observado seja maior que o custo mínimo necessário para produzir y^o , ou seja, $w'x^o > c(y^o, w)$. Desde que os custos não são minimizados, o lucro não é maximizado, e então $(py^o - w'x^o) < \Pi(p, w)$.

SCME - BIBLIOTECA

A ineficiência alocativa, por sua vez, resulta do emprego de insumos em *proporções erradas*. A alocação de recursos no programa de produção (y^o, x^o) será eficiente se $f_i(x^o) / f_j(x^o) = w_i / w_j$ ²² e ineficiente do ponto de vista alocativo se $f_i(x^o) / f_j(x^o) \neq w_i / w_j$, supondo f diferenciável. No ponto de ineficiência, a utilização dos insumos x^o para produzir y^o , está sendo feita a um custo desnecessariamente elevado, e então $w'x^o > c(y^o, w)$. Novamente, se os custos não são minimizados, o lucro não será maximizado, fazendo com que $(py^o - w'x^o) < \Pi(p, w)$.

Assim, o gasto observado $w'x^o$ coincide com o custo mínimo $c(y^o, w)$ se, e somente se, a firma for eficiente tanto do ponto de vista técnico como do alocativo. Se $w'x^o > c(y^o, w)$, esta diferença pode ser devida somente à ineficiência técnica, somente à ineficiência alocativa, ou a alguma combinação de ambas. Também segue que os insumos utilizados x^o coincidem com a demanda por insumos que minimiza custos $x(y^o, w)$ se, e somente se, a firma for eficiente tanto do ponto de vista técnico como alocativo. A combinação da eficiência técnica com a alocativa pode fazer com que $x_i^o > x_i(y^o, w)$, pelo menos para alguns insumos, e $x_j^o \leq x_j(y^o, w)$, para outros.

²² A condição de equilíbrio do produtor requer que a taxa marginal de substituição técnica entre os insumos x_i e x_j seja igual a inclinação da curva de relação de preços dos referidos insumos. A taxa marginal de substituição técnica por sua vez é igual a relação entre as produtividades marginais dos dois insumos.

Uma observação importante a ser feita é que a combinação de eficiência técnica e eficiência alocativa é necessária mas não suficiente para $(py^o - w'x^o) = \Pi(p, w)$. O fato da condição acima ser necessária é óbvio. No entanto, a mesma não é suficiente para garantir uma situação de maximização de lucro, haja vista que a firma pode estar operando em uma escala ineficiente. Esta escala ineficiente ocorre quando $p \neq c_y(y^o, w)$, ou seja, quando o preço de mercado do produto é diferente do seu custo marginal. Isto sugere que $(py^o - w'x^o) = \Pi(p, w)$ se, e somente se, a firma for não só eficiente do ponto de vista técnico e alocativo mas também operar na escala eficiente. Se $(py^o - w'x^o) < \Pi(p, w)$, a diferença pode ser devido a várias combinações dos três tipos de ineficiência. Daí se concluir que a oferta observada de produto y^o e dos insumos utilizados x^o coincidem com a oferta de produto $y(p, w)$ e utilização de insumos $x(p, w)$ que maximizam o lucro se, e somente se, a firma for eficiente do ponto de vista técnico, alocativo e de escala.

Esta discussão tem sido suficientemente generalista para acomodar qualquer especificação das funções de produção, custo ou lucro que satisfaçam as condições usuais de regularidade requeridas pela dualidade teórica que envolve estes três tipos de função. Farrel (1957) propôs mensurações específicas para a eficiência técnica e para a alocativa. Embora suas mensurações sejam válidas para tecnologias restritivas, considerava que elas não poderiam ser generalizadas facilmente para modelagens de tecnologias que não se comportassem de forma linear e homogênea, ou para tecnologias onde houvesse forte disponibilidade de insumos e quase estrita concavidade (como se verá adiante). Generalizações das mensurações de Farrel foram propostas por Färe e Lovell (1978) e por Førsund e Hjalmarsson (1974, 1979b).

2.2.3 Modelos Econométricos de Fronteira

O arcabouço teórico que permite estimar os vários tipos de fronteira e o cálculo das magnitudes e custos das ineficiências relacionadas com estas fronteiras não apresentou progressos representativos no seu desenvolvimento por quase duas décadas. Somente com o trabalho de Aigner, Lovell e Schmidt (1977), os estudos sobre este instrumental tomam novo impulso.

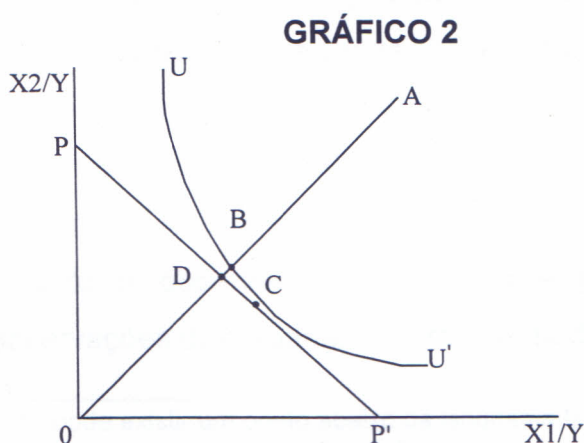
Inicialmente, para uma descrição evolutiva da pesquisa até então desenvolvida no tema, se faz necessário distinguir os principais tipos de funções tecnológicas de fronteira. Estas podem ser classificadas de acordo com a forma que a fronteira é especificada e estimada. A fronteira pode ser ou não especificada como uma função paramétrica de insumos, assim como um modelo estatístico explícito da relação entre a produção observada e a fronteira pode ser ou não especificável. Além disso, a fronteira pode ser especificada tanto pelo enfoque determinístico como pelo aleatório.

As principais possibilidades das oito permutações de fronteiras acima consideradas (paramétrica e não-paramétrica, estatística especificável e não-especificável, e determinística ou aleatória) são a seguir abordadas.

a) Não-Paramétrica Determinística

O ponto inicial de qualquer discussão sobre fronteira e mensuração de eficiência é o trabalho de Farrell (1957), anteriormente referido, do qual se originaram as definições e a estrutura de tratamento a serem dadas tanto para a ineficiência técnica como para a ineficiência alocativa.

Para tanto, o autor considera uma firma que usa dois insumos x_1 e x_2 e que produz y com a utilização da função de produção (fronteira) desta firma especificada por $y = f(x_1, x_2)$ e apresentando retornos constantes de escala. Desta forma, se pode escrever $f(x_1 / y, x_2 / y) = 1$, ou seja, a tecnologia de fronteira pode ser caracterizada pela isoquanta unitária como a curva UU' do gráfico 2 na página seguinte:



Nota: Reproduzido de Førsund, Lovell e Schimidt (1980).

Supondo que a firma esteja utilizando (x_1^0, x_2^0) para produzir y^0 e que o ponto A²³ do gráfico 1 represente $(x_1^0/y^0, x_2^0/y^0)$ ²⁴, então a razão OB/AO mede a ineficiência técnica já que esta é a razão entre os insumos necessários para produzir y^0 e os insumos atualmente utilizados na produção dos mesmos y^0 , dada a combinação de insumos necessária a produção de y .

Supondo-se que a linha PP' representa a razão entre os preços dos insumos x_1 e x_2 , então a razão OD/OB mede a ineficiência alocativa, haja vista que os custos no ponto D são os mesmos do ponto C. Este último ponto é, portanto, eficiente do ponto de vista alocativo e está situado na linha de relação de preços do mercado que tangencia a isoquanta, diferentemente do ponto B, onde há a eficiência do ponto de vista técnico mas é ineficiente do ponto de vista alocativo.

A razão OD/AO mede então a ineficiência total.

É claro que a isoquanta unitária de eficiência não é observável devendo ser estimada de uma amostra de observações como o ponto A acima. A abordagem de Farrell é pois não-paramétrica no sentido que ele simplesmente constrói, através das técnicas de programação linear com dados de um subconjunto da amostra, um casco convexo livremente dissociado das relações insumo-produto observadas.

BCME BIBLIOTECA da

Este procedimento não é baseado em qualquer modelo explícito ou de relações das observações da fronteira (a não ser o fato destas observações não poderem se situar abaixo da mesma).

Esta abordagem de Farrell foi ampliada e aplicada por vários pesquisadores. A sua principal vantagem é a não imposição de qualquer forma funcional aos dados. A principal desvantagem é a suposição restritiva dos retornos constantes de escala. A ampliação da abordagem aos retornos não-constantes de escala mostrou-se ineficiente, conforme detalhou Farrell e Fieldhouse (1962) e Seitz (1971). A segunda desvantagem da abordagem é o fato da fronteira ser computada de um subconjunto de observações da amostra e, portanto, particularmente suscetível a observações discrepantes e erros de medida.

²³ Por definição não pode existir um ponto abaixo da isoquanta UU'.

²⁴ Observe-se que sobre a linha inclinada BA estão os pontos que combinam as proporções de insumos que possibilitam a produção y^0 . Nos pontos D e B se utiliza uma quantidade menor de insumos. Este último é o ponto de menor utilização de insumos para produzir y^0 .

b) Paramétrica Determinística

Embora a abordagem não-paramétrica de Farrell tenha vencido alguns obstáculos, a sua segunda abordagem proposta foi recepcionada de forma mais otimista.

Quase como uma reflexão, ele propõe inserir um casco convexo dos parâmetros das relações insumo-produto observadas. A seleção do tipo de função é de certa forma limitada, já que recomenda a utilização de uma função do tipo Cobb-Douglas.

Esta abordagem apresenta a dificuldade de se aceitar a imposição de uma forma funcional específica (e restritiva) na fronteira mas, por outro lado, deve-se levar em conta a vantagem da fronteira poder ser expressa numa forma matemática simples.

Farrell não desenvolveu sua sugestão. Somente mais de uma década depois, Aigner e Chu (1968), iniciaram o desenvolvimento de sua proposta, sendo seguidos por outros pesquisadores.

Aigner e Chu especificaram uma função de produção de fronteira homogênea do tipo Cobb-Douglas e requeriam que todas as observações se situassem abaixo desta fronteira. Seu modelo pode ser escrito na forma da equação seguinte:

$$\ln y = \ln f(x) - u = \alpha_0 + \sum \alpha_i \ln(x_i) - u, \quad u \geq 0 \text{ e } i=1, \dots, n. \quad (2.1)$$

A restrição de não-negatividade de u impõe que $y \leq f(x)$. Os elementos do vetor de parâmetros $\alpha = (\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n)'$ podem ser estimados tanto por programação linear (minimizando a soma dos valores absolutos dos resíduos, sujeito a restrição de que cada um deles seja não-negativo) ou por programação quadrática (minimizando a soma dos quadrados dos resíduos, sujeito à mesma restrição).

As principais vantagens da abordagem paramétrica *vis-à-vis* a não-paramétrica são a possibilidade de caracterizar a tecnologia de fronteira numa forma matemática simples e de acomodar retornos não-constantemente de escala²⁵.

²⁵ Note-se que a limitação $\alpha_i = 1$, para $i = 1, \dots, n$, não é imposta em (1).

A especificação restritiva da Cobb-Douglas homogênea foi posteriormente relaxada por FØrsund e Jansen (1977), FØrsund e Hjalmarsson (1979a), entre outros.

A abordagem paramétrica freqüentemente impõe uma limitação ao número de observações. No caso da homogênea Cobb-Douglas, por exemplo, quando o algoritmo da programação linear é usado, deve haver o mesmo número de observações de eficiência técnica quanto os parâmetros a serem estimados.

Igualmente ao caso da abordagem não-paramétrica, a fronteira estimada é embasada por um subconjunto de dados e extremamente sensível a valores discrepantes. Uma possibilidade sugerida por Aigner e Chu e implementada por Timmer (1971) é, em essência, descartar algumas observações. Se a taxa de variação dos estimadores diminuir rapidamente à medida em que são eliminadas observações com sucesso, então a sugestão é de utilidade.

Um problema final com relação a esta abordagem é que os estimadores que são produzidos não têm realmente propriedades estatísticas. Ou seja, os procedimentos de programação matemática produzem estimadores sem erros padrões, *t de student* etc.. Isto acontece porque nenhuma hipótese é feita quanto aos regressores ou aos distúrbios em (2.1), e sem qualquer hipótese estatística não se pode obter resultados de inferências.

BCME BIBLIOTECA

c) Estatística Determinística

O modelo da seção anterior pode ser enquadrado na análise estatística fazendo-se algumas hipóteses.

O modelo (2.1) pode ser descrito como:

$$y = f(x) e^{-u}, \quad (2.2)$$

ou

$$\ln y = \ln [f(x)] - u, \quad (2.3)$$

onde $u \geq 0$ (e então $0 \leq e^{-u} \leq 1$), e $\ln[f(x)]$ é linear do tipo Cobb-Douglas utilizado em (2.1).

Quanto às variáveis x e u , as hipóteses mais freqüentes propostas são: u = independentemente e identicamente distribuídas (iid); x = variável exógena, e portanto, independente de u .

Assim, qualquer tipo de distribuição para u (ou, de forma equivalente, para e^{-u}) pode ser especificada.

Aigner e Chu não supuseram de forma explícita tal modelo, embora pareça claro que o fizeram de forma implícita. Afriat (1972) foi o primeiro a explicitá-lo. Ele propôs uma distribuição beta²⁶ de dois parâmetros para e^{-u} , e que o modelo seria estimado pelo método de máxima verossimilhança. Isto implica em uma distribuição gama²⁷ para u , como foi posteriormente considerado por Richmond (1974). Por outro lado, Schmidt (1976) mostrou que se u tiver uma distribuição na forma exponencial²⁸, então o procedimento de programação linear de Aigner e Chu é de máxima verossimilhança. O procedimento de programação quadrática é também de máxima verossimilhança se u tiver distribuição normal truncada.

Deve ser enfatizado que a escolha de uma distribuição para u é importante porque os estimadores de máxima verossimilhança dependem da distribuição utilizada, haja vista que diferentes distribuições propostas conduzem a diferentes estimadores.

Um problema adicional com relação à máxima verossimilhança na fronteira é que o valor da variável dependente (produto) depende dos parâmetros a serem estimados, como apontou Schmidt (1976)²⁹. Isto viola uma das condições de regularidade invocadas para provar o teorema geral de que os estimadores de máxima verossimilhança são consistentes e assintoticamente eficientes. Como resultado, as propriedades dos estimadores de máxima

²⁶ A função densidade beta de dois parâmetros a e b , é dada por $f(x) = [G(a+b)/G(a)G(b)].x^{a-1}.(1-x)^{b-1}$, para $0 < x < 1$, $a > 0$ e $b > 0$, onde $G(a+b)$, $G(a)$ e $G(b)$ são, respectivamente, as funções gama de $a+b$, de a e de b . Se estes parâmetros a e b forem inteiros, então $G(a+b) = (a+b-1)!$, $G(a) = (a-1)!$ e $G(b) = (b-1)!$.

²⁷ A função de densidade gama é dada por $f(x) = [\theta/\Gamma(r)].(\theta x)^{r-1}.e^{-\theta x}$, para $x > 0$, $r \geq 1$ e $\theta > 0$.

²⁸ A função de densidade exponencial é dada por $f(x) = \theta.e^{-\theta x}$, para $x > 0$ e $\theta > 0$. No caso de $r=1$ a função de densidade exponencial se transforma na função de densidade gama.

²⁹ Isto acontece porque tanto $y \leq f(x)$ como $f(x)$ envolvem os parâmetros a serem estimados.

verossimilhança necessitam ser considerados. Isto é feito por Greene (1980a), que mostra que as propriedades assintóticas usuais desejadas dos estimadores de máxima verossimilhança³⁰ são mantidas se a densidade de u for igual a zero e a derivada com respeito a seus parâmetros aproximar-se de zero a medida que u tende a zero.

Greene observou que a densidade da distribuição gama satisfaz este critério e é potencialmente útil aqui. Entretanto, destaca que é um pouco estranho se fazer suposições sobre uma distribuição de eficiência técnica sendo direcionado por uma conveniência estatística.

Há também um método de estimação alternativo, aparentemente notado primeiramente por Richmond (1974), baseado em resultados de mínimos quadrados ordinários. Suponha por simplicidade que (2.3) é linear do tipo Cobb-Douglas e, portanto, da forma de (2.1). Então se deixarmos μ ser a média de u , se pode escrever a equação abaixo:

$$\ln y = (\alpha_0 - \mu) + \sum \alpha_i \ln(x_i) - (u - \mu), \quad i=1, \dots, n. \quad (2.4)$$

onde o novo termo de erro, $u - \mu$, tem média zero. Aliás o termo de erro satisfaz todas as condições usuais ideais, exceto o de normalidade. Portanto, a equação (2.4) pode agora ser estimada pelos mínimos quadrados ordinários para obter os estimadores lineares não-tendenciosos de $(\alpha_0 - \mu)$ e de α_i . Se uma específica distribuição é proposta para u , e se os parâmetros desta distribuição podem ter derivadas dos momentos centrais de alta ordem (2.^a, 3.^a etc.), então se pode estimar estes parâmetros de forma consistente a partir dos momentos dos resíduos dos mínimos quadrados ordinários.

Desde que μ é uma função destes parâmetros, este também pode ser estimado de forma consistente, e o estimador resultante pode ser usado para "corrigir" o termo constante dos mínimos quadrados ordinários, o qual é um

³⁰ Se $\hat{\theta}$ for uma estimativa de máxima verossimilhança para o parâmetro θ , baseada em uma amostra aleatória X_1, X_2, \dots, X_n de uma variável aleatória X , então, para n suficientemente grande,

a variável aleatória terá aproximadamente a distribuição $N\left(0; \frac{1}{n \cdot E\left[\frac{\partial \ln f(x; \theta)}{\partial \theta}\right]^2}\right)$, onde f é a função de densidade de X e se supõe que θ é um número real.

estimador consistente de $(\alpha - \mu)$. O método dos mínimos quadrados ordinários fornece estimadores consistentes de todos os parâmetros da fronteira.

A dificuldade com esta técnica é que, mesmo após corrigir o termo constante, alguns dos resíduos podem ainda manter o sinal "errado" indicando que estas observações estariam situadas acima da fronteira de produção estimada. Isto faz com que a fronteira corrigida através dos mínimos quadrados ordinários seja, de certa forma, uma incômoda base para computar a eficiência técnica de observações individuais. Uma resposta para este problema é fornecida pela abordagem da fronteira *estocástica* discutida adiante. Outro caminho para solucionar este problema é estimar (2.4) pelos mínimos quadrados ordinários, e então corrigir o termo constante de forma diversa da acima apresentada, através do deslocamento da fronteira para cima até o ponto mais distante. Desta forma nenhum resíduo permanecerá positivo e o maior deles será zero. Tanto Gabrielson (1975) e Greene (1980a) mostraram que esta correlação fornece um estimador consistente de α_0 .

Outra dificuldade com a técnica dos mínimos quadrados ordinários é que a correção do termo constante não é independente da distribuição proposta para u . Considere a distribuição gama de um parâmetro:

$$g_1(u; \sigma) = [1/\Gamma(\sigma)](u)^{\sigma-1} \exp(-u), \quad 0 < u < +\infty, \quad \sigma > 0 \quad (2.5)$$

Os dois primeiros momentos são $E(u) = \sigma$ e $\text{Var}(u) = \sigma$. Portanto, a variância do estimador u obtido através dos mínimos quadrados ordinários fornece a correção do termo constante. Agora considere-se a distribuição exponencial:

$$g_2(u; \sigma) = (1/\sigma) \exp(-u/\sigma), \quad 0 < u < +\infty, \quad \sigma > 0 \quad (2.6)$$

Os primeiros dois momentos geram $E(u) = \sigma$ e $\text{var}(u) = \sigma^2$. Portanto, a raiz quadrada positiva do estimador da variância dos mínimos quadrados ordinários fornece, a exemplo da função anterior, a correção do termo constante. Assim a distribuição gama de um parâmetro e a distribuição exponencial produzem, sistematicamente, diferentes correções para o termo constante e, sistema-

ticamente, diferentes estimadores de eficiência técnica³¹, exceto no caso em que a $\text{var}(u)$ seja igual à unidade. Observe-se que este problema não surgirá se o termo constante for estimado através do deslocamento da função para cima, como anteriormente descrito.

d) Estocásticas

Até agora todos os modelos de fronteira abordados são determinísticos. Todas as firmas compartilham uma família comum de fronteiras de produção, custos e lucros, e todas as variações na performance de uma firma são atribuídas às variações da eficiência desta firma em relação à família comum de fronteiras. Embora este cenário esteja em conformidade com o arcabouço teórico desenvolvido até aqui, a sua justificativa empírica é difícil. A noção de fronteira determinística compartilhada com todas as firmas ignora a possibilidade real de que a performance da firma pode ser afetada por fatores inteiramente fora de controle (tais como baixa performance de máquinas e equipamentos, mau tempo, interrupções da oferta de insumos etc.) assim como por fatores sob controle (ineficiência). A aglutinação dos efeitos dos choques exógenos junto com os efeitos de erro de medida e ineficiência em um único termo de erro unilateral é, de certa forma, questionável.

Esta conclusão é reforçada se se considera também o “ruído” estatístico que todas as relações empíricas contêm. A interpretação padrão é que primeiro, deve haver erro de medida (em geral na variável dependente). Segundo, a equação pode não ser completamente especificada (embora, quase sempre, as variáveis omitidas não são individualmente importantes). Ambos estes argumentos são sustentados tanto para funções de produção como para qualquer outro tipo de equação e, na melhor das hipóteses, é difícil distinguir este “ruído” de ineficiência, ou propor que o “ruído” tenha sinalização parcial (unilateral).

³¹ Um exemplo da dependência dos valores estimados de eficiência técnica ao tipo de função proposto, é dado por Førsund, Lovell e Schmidt (1980) citando a pesquisa realizada por Richmond (1974) para fábricas norueguesas. Afirmam que os estimadores de eficiência técnica ali estimados, ao serem reprogramados usando-se agora a distribuição exponencial, deram como resultado uma eficiência média de 69%, diferente dos 87% obtidos na pesquisa original.

Estas variáveis (também chamadas de “erros compostos”) já estavam presentes nos modelos de fronteira estocástica de Aigner (1977) e Meeusen e Van Der Broeck (1977). A idéia essencial por trás do modelo de fronteira estocástica é que o termo de erro é composto de duas partes. Um componente simétrico permite variações aleatórias da fronteira entre as firmas e captura os efeitos dos erros de medida além de outro “ruído” estatístico referente aos choques exógenos aleatórios fora do controle das firmas. O outro componente, de sinal não-positivo, captura os efeitos de ineficiência em relação a fronteira estocástica. Assim, o modelo de fronteira estocástica pode ser escrito como segue:

$$Y = f(x) \exp (v - u), \quad \text{BCME - BIBLIOTECA} \quad (2.7)$$

onde a fronteira estocástica de produção é $f(x) \exp (v)$, v tendo uma distribuição simétrica que captura os efeitos aleatórios de erros de medida e os choques exógenos. A ineficiência técnica em relação a fronteira de produção estocástica é então capturada pelo componente de erro parcial $\exp (-u)$, $u \geq 0$.

A condição $u \geq 0$ sugere que todas as observações situam-se sobre ou abaixo da fronteira de produção estocástica. Infelizmente, não há qualquer forma de determinar se a performance observada de uma particular observação comparada com a fronteira é devido à ineficiência e/ou a variações aleatórias da fronteira e/ou erros de medida. A incapacidade técnica de estimar a ineficiência técnica, já que não é possível decompor os resíduos individuais em seus componentes, constitui-se na principal fraqueza do modelo de fronteira estocástica. O melhor que se pode fazer é obter um estimador do valor médio de ineficiência da amostra.

Estimadores diretos do modelo de fronteira de produção podem ser obtidos tanto pelo método da máxima verossimilhança como pelo método dos mínimos quadrados ordinários.

No primeiro caso, introduzindo uma distribuição de probabilidades específicas para v e u , supondo-se que u e v são independentes e que x é exógena, as propriedades assintóticas dos estimadores de máxima verossimilhança são verificadas. No segundo caso, o modelo pode também ser estimado pelo mínimos quadrados ordinários ajustando o termo constante através da $E(u)$, o qual é

derivado dos momentos dos resíduos dos mínimos quadrados ordinários. Os estimadores de mínimos quadrados ordinários são mais fáceis de ser computados que os de máxima verossimilhança, embora assintoticamente menos eficientes. Olson, Schmidt e Waldman (1980), utilizando os dados apresentados pelos estudos de Monte Carlo³², concluíram que o método dos mínimos quadrados ordinários apresenta praticamente a mesma performance que o da máxima verossimilhança quando são utilizadas grandes amostras. Coelli (1995) chegou a conclusões similares.

Se o modelo é estimado pela máxima verossimilhança ou por mínimos quadrados ordinários, a distribuição de u deve ser especificada, haja vista que diferentes distribuições fornecem diferentes parâmetros³³.

2.2.4 Modelos Eficientes Não-Fronteira³⁴

O estudo dos modelos de produção de fronteira é motivado em parte pelo interesse numa eficiente estrutura tecnológica de produção, mas também pelo interesse pela divergência entre a produção observada e a de fronteira, ou seja, pela ineficiência na produção. Enquanto as noções de fronteira e eficiência são claramente complementares, é possível investigar a eficiência sem explicitar o uso de modelos de fronteira com os termos de erro não positivos. A distinção é tênue, mas todos os modelos mencionados anteriormente fazem algum uso da estrutura de erros de sinais não-positivos (unilateral) para situar as observações em um lado da fronteira. Os dois modelos a seguir comentados, como veremos, não necessitam desta suposição.

³² Os estudos de Monte Carlo apresentam resultados alternativos para verificação das propriedades dos estimadores quando da utilização de pequenas amostras. Maiores detalhes sobre o método e bibliografia ver JONSTON, J. *Métodos Económicos*, Atlas, p.293-313.

³³ Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Van Der Broeck (1977) consideraram uma distribuição exponencial e uma normal truncada (half-normal) para u . Ambas as distribuições tendo média de valor zero. Stevenson (1980) mostrou como estas distribuições podem ser generalizadas para uma distribuição gama e para uma distribuição normal truncada, respectivamente. Ambas estas generalizações podem ter médias de valor zero, testáveis em casos especiais.

³⁴ O termo "não-fronteira" se refere aos modelos que não utilizam a hipótese limitativa de que todos os valores possíveis de produção devem estar abaixo de uma linha chamada fronteira de produção máxima.

O primeiro modelo, devido a Lau e Yotopoulos (1971), usado por Trosper (1978), traduz-se em um veículo para examinar-se a ineficiência técnica e de preços, esta última sendo considerada como uma combinação de ineficiência alocativa e de escala. A amostra de firmas é dividida em dois tipos: firmas grandes e firmas pequenas. As funções de previsão (não de fronteira) são assim descritas:

$$y_i = A_i f(x_i), \quad i=1, \dots, n \quad (2.8)$$

Os termos $A_i > 0$ indexa a eficiência técnica, com os dois tipos de firmas sendo igualmente eficientes se, e somente se, $A_1 = A_2$. As condições de primeira ordem para maximizar lucro são:

$$\partial A_i f(x_i) / \partial x_{ij} = \lambda_{ij} (w_{ij} / p_i), \quad i=1, 2; \quad j=1, \dots, n \quad (2.9)$$

Os termos $\lambda_{ij} \geq 0$ indexam a eficiência de preços, ou seja, a capacidade de um tipo de firma de equacionar o valor da produtividade marginal de um insumo com o preço de mercado do insumo. Os dois tipos de firmas são igualmente preço-eficientes se, e somente se, $\lambda_{1j} = \lambda_{2j}$ para $j=1, \dots, n$, e são absolutamente eficientes do ponto de vista econômico se, e somente se, $\lambda_{1j} = \lambda_{2j} = 1$ para $j=1, \dots, n$. Os dois tipos de firmas são igualmente eficientes se, e somente se, $A_1 = A_2$ e $\lambda_{1j} = \lambda_{2j}$ para $j=1, \dots, n$. Por último, os dois tipos são igualmente eficientes se, e somente se, suas respectivas funções de lucro coincidem.

Estas observações sugerem a possibilidade de se fazer testes para se medir eficiência relativa, dada uma especificação paramétrica comum para duas funções de produção. Para a especificação da Cobb-Douglas (homogênea), as equações (11) e (12) podem ser resolvidas para as funções de lucro $\pi_i = \pi_i(p_p, w_p, A_p, \lambda_i)$ para $i=1, 2$, e se fazer os seguintes testes de hipóteses:

- (i) igual eficiência técnica;
- (ii) igual eficiência de preços;
- (iii) igual eficiência econômica;
- (iv) absoluta eficiência de preços para cada tipo de firma.

Embora o modelo possa ser ampliado para o caso de m firmas de tipos diferentes, não pode ser estendido para investigar a eficiência de cada firma individualmente. Além disso, as limitações de dados parecem ter contribuído para m ser pequeno em todos os testes empíricos. Esta constitui-se na principal deficiência do modelo. Outra dificuldade (compartilhada com os modelos de produção de fronteira estocástica quando um tipo de ineficiência é de interesse), é que a forma funcional escolhida tem que permitir a derivação de uma função de lucro associada. Isto restringe o uso do modelo às especificações de uma Cobb-Douglas homogênea. Se a tecnologia não se enquadra neste tipo de modelo, os parâmetros estimados e os testes estatísticos nele baseados, ficam afetados de forma adversa.

O segundo modelo devido a Toda (1976,1977), não foi contaminado pela necessidade do estabelecimento de uma função restritiva, e de fato pode ser implementado com uma grande variedade de formas funcionais mais flexíveis, o que se traduz na principal vantagem do modelo. No entanto, o modelo tem apresentado a desvantagem de ser aplicável apenas com o propósito de investigar a ineficiência alocativa, embora pareça capaz de ser ampliado para estudar a ineficiência técnica e de escala. O trabalho de Toda (1976) considera os retornos constantes de escala, o que se traduz em mais uma limitação do ponto de vista prático.

2.2.5 Evolução Recente dos Modelos de Produção de Fronteira Estocástica

A maioria dos trabalhos elaborados sobre as funções de produção de fronteira estocástica não formularam explicitamente um modelo para os efeitos da ineficiência, e adotaram uma abordagem de dois estágios: o primeiro envolvendo a especificação e a estimação da *função de produção de fronteira estocástica* e a previsão dos efeitos de ineficiência. O segundo estágio da análise, a especificação de um modelo de regressão tanto para os efeitos de ineficiência técnica em termos das várias variáveis explanatórias como do erro aleatório. Os parâmetros deste segundo estágio do modelo têm sido estimados geralmente através do método dos mínimos quadrados ordinários. Kalirajan (1981) especificou

para a variável aleatória de erro neste segundo estágio do modelo de ineficiência, uma distribuição normal truncada. Em todos estes trabalhos empíricos, os métodos de estimação dos parâmetros do modelo de eficiência do segundo estágio, são falsos pelo fato de não terem levado em conta os efeitos da estimação do modelo de fronteira estocástica. Por exemplo, muitos estudos pressupõem que os efeitos das firmas (usualmente denotado por u_i) são distribuídos independentemente no primeiro estágio da estimação. Eles então regridem os u_i 's sobre os fatores específicos das firmas no segundo estágio. A especificação do modelo deste segundo estágio claramente conflita com o pressuposto de que os u_i são independentes.

Pitt e Lee (1981) investigaram as fontes da ineficiência técnica através da especificação de que a forma da *função de produção de fronteira estocástica* de cada firma é dada pelas características de cada uma delas. Os autores regridem a fronteira estimada da firma nas características de uma firma específica ou incorporam as características da firma na fronteira de produção e conjuntamente estimam os parâmetros envolvidos.

Mais recentemente, os modelos para efeitos da ineficiência técnica através da *função de produção de fronteira estocástica* têm sido propostos por Kumbhakar, Ghosh e McGuckin (1991), Reifschneider e Stevenson (1991) e Huang e Liu (1992). Kumbhakar, Ghosh e McGuckin (1991) os quais supõem que os efeitos da ineficiência técnica têm distribuição normal truncada à esquerda com média obedecendo a uma função linear de fatores exógenos cujos coeficientes são desconhecidos assim como a variância. Em adição, Kumbhakar, Ghosh e McGuckin (1991) consideram a ineficiência alocativa associada às condições para a maximização do lucro não sendo exatamente satisfeitas. Na aplicação do seu modelo para fazendas de gado leiteiro americanas descobriram que a ineficiência técnica está relacionada de forma significativa à educação dos fazendeiros e ao tamanho das operações realizadas por estas fazendas. A ineficiência técnica e alocativa foi investigada no contexto da *função de produção de fronteira estocástica* de Ziliner-Revankar (1969) modelo que prova ser significativamente diferente do modelo Cobb-Douglas.

Reifschneider e Stevenson (1991) propõem um modelo para os efeitos de ineficiência da *função de produção de fronteira estocástica* envolvendo a soma de uma função não-negativa de relevantes variáveis explanatórias e uma variável aleatória não-negativa, supostamente com distribuição normal truncada, exponencial ou gama. Este modelo é aplicado em análises de dados de geração de eletricidade nos Estados Unidos durante três diferentes períodos. A hipótese de que a inclusão de uma função de ineficiência não muda as estimativas dos parâmetros da *função de produção de fronteira* é rejeitada no seu estudo.

BCME - BIBLIOTECA

Huang e Liu (1992) consideram uma *função de produção de fronteira estocástica* onde os efeitos da ineficiência técnica não-negativos obedecem a uma função linear de variáveis que envolvem as características das firmas. A variável de erro aditiva do modelo de ineficiência supõe-se ter distribuição normal truncada em zero, cujo ponto de truncagem independe das características das firmas, de forma que os efeitos da ineficiência são não-negativos. Portanto, os erros aleatórios não necessitam ser negativos, como no modelo de Reifschneider e Stevenson (1991). Huang e Liu (1992) aplicou seu modelo de ineficiência de fronteira na análise de dados *cross-sectional* da indústria eletrônica de Taiwan e supôs que as variáveis explanatórias no modelo de ineficiência são função de variáveis de uma específica firma e de variáveis explanatórias da fronteira estocástica. Isto causa no seu modelo uma mudança não-neutra na função regular tradicional, de forma que a produtividade marginal dos insumos e a taxa de substituição técnica depende das variáveis da firma específica no modelo de ineficiência.

Uma situação peculiar da fronteira estocástica com relação a variável ineficiência técnica se dá quando todas as firmas são igualmente eficientes. Lung-Fei Lee (1993), investigou a assintoticidade da distribuição dos estimadores de máxima verossimilhança das funções de fronteira estocástica e verificou que neste ponto, ocorre a dependência linear nas derivadas de primeira ordem e também entre algumas derivadas de primeira e segunda ordem do logaritmo da função de máxima verossimilhança. No entanto, este é logicamente um exercício teórico dada a improvável aceitação da hipótese de eficiência generalizada.

Posteriormente, G. E. Battese e T. J. Coelli (1993) ampliaram o modelo de Huang e Liu (1992) para dados em painel. Isto permitiu incluir tanto os efeitos de uma firma específica como os efeitos do tempo no modelo de ineficiência. Este modelo é abordado na seção seguinte.

2.3 O Modelo de Função de Produção de Fronteira Estocástica

Como abordado anteriormente, o objetivo principal dos modelos é a estimação de uma função tecnológica de produção tendo como variáveis independentes 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 existência de ineficiências técnicas na utilização destes fatores pelas firmas. Daí a origem do modelo de função de produção estocástica.

O modelo de ineficiência de fronteira de produção estocástica para dados em painel desenvolvido por G. E. Battese e T. J. Coelli (1993), parte da *função de produção de fronteira estocástica*, abaixo definida:

$$Y_{it} = \exp (X_{it} \beta + v_{it} - u_{it}) \quad (2.10)$$

onde:

Y_{it} denota a produção da i -ésima firma ($i = 1, 2, \dots, N$) no tempo t ;

X_{it} é o vetor ($1 \times k$) de valores conhecidos dos insumos utilizados na produção associados a i -ésima firma no período t ;

β é o vetor ($k \times 1$) de parâmetros desconhecidos a serem estimados;

v_{it} obedecem a uma $N(0, \sigma_v^2)$ de erros aleatórios, i.i.d, independentemente distribuídos dos u_{it} .

u_{it} são variáveis aleatórias não-negativas, associadas com a ineficiência técnica na produção e são supostamente distribuídas independentemente, de forma que u_{it} é obtido pela truncagem (em zero) da distribuição normal com média, $z_{it}\delta$, e variância, σ^2 ;

z_{it} é um vetor (1xm) de variáveis de uma firma específica que pode variar com o tempo;

δ é um vetor (mx1) de parâmetros associados às variáveis do vetor z_{it} a serem estimados;

Embora se presuma que haja T períodos de tempo para os quais as observações estão disponíveis para pelo menos uma das N firmas envolvidas, não há a necessidade de que todas as firmas sejam observadas por todos os T períodos.

A equação (2.10) especifica a *função de produção de fronteira estocástica* na forma de uma função do tipo Cobb-Douglas em termos de valores da produção originais. Os efeitos da ineficiência técnica, as u_{it} 's, pressupõe-se serem função de um conjunto de variáveis explanatórias, das z_{it} 's, e do vetor de coeficientes desconhecidos, δ . Espera-se que as variáveis explanatórias no modelo de ineficiência incluam qualquer variável que explique a amplitude entre as observações da produção e os valores correspondentes da *função de produção de fronteira estocástica*, $\exp(x_{it}\beta + y_{it})$.

A ineficiência, u_{it} , no modelo de fronteira estocástica (2.10) pode ser especificada pela equação (2.11):

OCME - BIBLIOTECA

$$u_{it} = z_{it} \delta + w_{it} \quad (2.11)$$

onde a variável aleatória, w_{it} , é definida como a truncagem da distribuição normal com média zero e variância, σ^2 , de forma que o ponto de truncagem é $-z_{it} \delta$, ou seja, $w_{it} \geq -z_{it} \delta$. Estas pressuposições são consistentes com os u_{it} 's sendo truncagens não-negativas da distribuição $N(z_{it} \delta, \sigma^2)$.

O pressuposto de que os u_{it} 's são independentemente distribuídos para todos os $t = 1, 2, \dots, T$, e $i = 1, 2, \dots, N$, é obviamente uma simplificação, mas não deixa de ser uma condição restritiva.

Em relação à equação (2.10) se define a eficiência técnica na produção para a *i-ésima* firma no período t pela equação (2.12) abaixo:

$$E_{it} = \exp(-u_{it}) = \exp(-z_{it} \delta - w_{it}) \quad (2.12)$$

No caso específico da estimação dos parâmetros das funções de arrecadação de tributos que iremos definir no capítulo seguinte, o modelo é modificado substituindo-se a variável nível de produção, Y_{it} , pela arrecadação dos diversos tributos, A_{it} , e o vetor de insumos, X_{it} , pelo vetor de variáveis socioeconômicas explicativas do nível de arrecadação. Assim, a equação (2.10) passa a ser $A_{it} = \exp(X_{it}\beta + v_{it} - u_{it})$, onde os u_{it} correspondem ao vetor de ineficiência técnica na arrecadação de tributos.

Observe-se ainda que a expressão (2.10) pode ser fatorada na seguinte forma:

$$A_{it} = \exp(X_{it}\beta + v_{it} - u_{it}) = \exp(X_{it}\beta + v_{it}) \exp(-u_{it}) \quad (2.13)$$

Desde que A_{it} é a arrecadação tributária efetiva ou observada, tem-se na equação (4) que $A_{it} = A_{it}^* \exp(-u_{it})$ onde, $A_{it}^* = \exp(X_{it}\beta + v_{it})$, é a capacidade tributária ou arrecadação potencial (máxima) do imposto i no período t . Assim sendo, a ineficiência técnica na arrecadação do imposto i no período t , Et_{it} , é definida como:

$$Et_{it} = \frac{A_{it}}{A_{it}^*} = \exp(-u_{it}) \quad (2.14)$$

Observe, de acordo com a equação (2.14), que ineficiência técnica é sinônimo de esforço tributário de uma unidade arrecadadora. Assim, o esforço tributário pode ser definido pela relação entre a arrecadação e a capacidade tributária.

Logo, substituindo (2.11) em (2.14), a ineficiência técnica na arrecadação passa a ser definida de forma similar à equação (2.12):

$$Et_{it} = \exp(-Z_{it}\delta - e_{it})$$

Em resumo, o objetivo é estimar simultaneamente os parâmetros das equações (2.10) e (2.13) modificadas pelas variáveis Y_{it} e X_{it} para em seguida

estimar a ineficiência técnica Et_{it} . O método utilizado para estimar simultânea e eficientemente os parâmetros destas equações é a técnica da Máxima Verossimilhança cuja função de verossimilhança deste modelo se encontra apresentada em Battese e Coelli (1993).

A derivação da função de verossimilhança e as derivações parciais com relação aos parâmetros do modelo são apresentadas no Anexo no final deste trabalho.

CAPÍTULO 3

**ESTIMAÇÃO DA CAPACIDADE TRIBUTÁRIA POR TRIBUTOS
NOS ESTADOS DO NORDESTE****3.1 Introdução**

Neste capítulo, é calculado o esforço fiscal dos Estados do Nordeste por tributos selecionados. Para tanto, na seção 3.2, se especificará as equações explicativas da arrecadação dos tributos selecionados para em seguida, na seção 3.3, se estimar os parâmetros das funções de arrecadação.

Como fizemos referência anteriormente, as funções de arrecadação são determinadas por características socioeconômicas de uma determinada sociedade, o que possibilita a estimação da capacidade fiscal. O conjunto principal dessas variáveis, geralmente, é composto da PIB per capita, população, concentração de renda, grau de urbanização, composição setorial da produção e inflação.

BCME - BIBLIOTECA

3.2 Especificação das Funções de Arrecadação

A utilização das “características socioeconômicas” acima referidas nas funções de arrecadação é justificada, nos casos das variáveis PIB per capita, concentração de renda e população, por representarem a capacidade de pagamento e consumo de uma unidade jurisdicional, devendo manter uma relação direta com a arrecadação dos tributos.

A concentração populacional nos centros urbanos, por sua vez, facilita a obtenção de recursos tributários devido à existência de economias de escala na gestão tributária geradas por esta concentração e de atividades econômicas daí resultantes.

Quanto a composição setorial da produção, estudos de *cross-section* de países têm demonstrado que um maior grau de industrialização favorece a ampliação da arrecadação tributária [Leuthold (1991)].

A introdução da inflação na função de arrecadação tem como objetivo observar o efeito Tanzi definido como a perda em termos reais dos impostos arrecadados ocasionado pela defasagem entre o fato gerador do imposto e a data de recolhimento combinada com inflação.

Para o estudo da tributação nos Estados do Nordeste no período de 1991 a 1996, proposta deste trabalho, enfrentou-se uma grande dificuldade na obtenção de dados satisfatórios a serem utilizados nas equações especificadas como explicativas da arrecadação dos diversos tributos na Região. Para aferir o grau de industrialização, de concentração de renda, de urbanização e o nível de escolaridade, teve-se que lançar mão, quando possível, de “proxys” haja vista que não existem dados da produção industrial para todos os Estados do Nordeste no período acima referido, o índice de concentração de Gini não foi calculado pelo IBGE nos anos de 1994 e 1996, assim como também não existem dados, em todo o período, relativos ao grau de urbanização e taxa de analfabetismo.

Para balizar o grau de concentração de renda, utilizou-se dados das populações urbanas e rural estaduais acima de 10 anos com renda em relação à população total destes Estados. Para o nível de industrialização e urbanização elaborou-se um índice, que chamamos de grau de infra-estrutura, GIE_{it} , composto das variáveis consumo de energia elétrica residencial, industrial e comercial, volume de comunicações medido através do número excedente de pulsos e o volume de transportes de carga medido através do consumo de óleo diesel.

Observe-se, no entanto, que o consumo de energia elétrica industrial, dado inicialmente utilizado para aferir o grau de industrialização, mostrou-se inadequado, mesmo porque os dados fornecidos pelo IBGE possuem algumas “pseudo” incoerências como o consumo do Estado do Maranhão superior àqueles referentes aos Estados de Pernambuco e Ceará, Estados sabidamente mais desenvolvidos e industrializados que o primeiro.

Também tentou-se utilizar dados referentes à arrecadação de IPI nos Estados da Região. No entanto, estes se mostram bastante discrepantes, haja vista que a fiscalização deste tributo é bem mais efetiva nos Estados onde existem as administrações das regiões fiscais da Receita Federal, quais sejam, Ceará (3.^a RF), Pernambuco (4.^a) e Bahia (5.^a). Por outro lado, este dado não poderia ser utilizado para a equação explicativa da arrecadação do próprio IPI.

Para aferir o grau de urbanização, tentou-se utilizar o consumo de cimento “Portland”. No entanto, também se verificam dados inadequados para modelagem. Neste caso, por exemplo, o Ceará, nos anos de 1995 e 1996, apresenta consumo ínfimo em comparação com os anos anteriores e com outros Estados da Região. A explicação talvez esteja nas importações. Os dados das importações também se mostram inadequados porque parte do cimento importado foi feita de forma cooperativada envolvendo construtores de mais de um Estado da Federação.

O índice de Gini também mostrou-se inadequado quando na utilização do programa para estimar os parâmetros das equações, mesmo porque inexistem os dados referentes aos anos de 1994 e 1996.

A utilização de uma variável que expressasse o nível de escolaridade também se mostrou inadequada possivelmente devido à qualidade dos dados. Em relação às unidades da Federação e para o período em estudo (1991 a 1996), inexistem dados referentes ao número de analfabetos, de concludentes, de horas aulas ministradas e de anos de escolaridade. Utilizamos o número de matrículas nos 1.º e 2.º graus da rede de ensino pública e privada. No entanto, na estimação dos parâmetros das equações os resultados se mostraram não significativos além de piorarem a representatividade do modelo. A explicação para este fato envolve basicamente dois fatores: a “fabricação de matrículas” por parte de governos estaduais e municipais e a qualidade da administração escolar contribuindo para maior ou menor evasão.

Outra variável de interesse para modelar o caso específico da arrecadação do ICMS, são os dados referentes a Balança Interestadual de Mercadorias (s Serviços). No entanto, os últimos dados coletados e tabulados datam de 1986, o que justificou a não utilização desta variável.

Quanto à inflação, o índice mais adequado a ser utilizado seria aquele referente a cada Estado. No entanto, também se mostraram inadequados quando da estimação dos parâmetros, o que era de certa forma esperado, haja vista a não padronização de cálculo dos mesmos por parte dos governos, fato que tem contribuído para que em um mesmo período se tenha índices de inflação medidos para cada Estado bastante discrepantes. Desta forma, introduziu-se a variável taxa de inflação medida pela variação do Índice Geral de Preços (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas, uniforme para todos os Estados do Nordeste.

Além das variáveis acima, introduziu-se ainda os dados referentes às exportações e importações dada a importância que o comércio exterior vem tendo nos últimos anos na economia nordestina.

Com o objetivo de especificar as funções de arrecadação, foram selecionados os seguintes impostos: o imposto sobre a renda e proventos de qualquer natureza (IR_{it}), o imposto sobre produtos industrializados (IPI_{it}), o imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação ($ICMS_{it}$), a contribuição social sobre o lucro líquido ($CSLL_{it}$), a contribuição para o financiamento da seguridade social ($COFINS_{it}$), a contribuição para o Programa de Integração Social e para o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público ($PIS/PASEP_{it}$) e a contribuição previdenciária oficial (CP_{it}).

A seleção destes tributos é justificada pelo fato dos mesmos contribuírem com mais de 75% da receita tributária agregada dos três níveis de governo.

Na especificação das funções de arrecadação, alguns tributos foram agrupados pelo fato de possuírem idêntica base de cálculo, como são os casos do IR e CSLL como também do PIS/PASEP e CONFINS denotados, respectivamente, por $IRCL_{it}$ e CPP_{it} . Os dois primeiros têm como base de cálculo o lucro das pessoas jurídicas embora haja incidência sobre a renda das pessoas físicas. Quanto aos dois últimos, a base de cálculo é o faturamento das empresas com algumas pequenas diferenças.

As especificações das funções de arrecadação dos tributos acima descritos são dadas através das seguintes equações:

BCME - BIBLIOTECA

(3.1)

$$\ln(IRCL_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(PIB_{it}) + \beta_2 \ln(PU_{it} / P_{it}) + \beta_3 \ln(X_{it}) + \beta_4 \ln(M_{it}) + \beta_5 \ln(\pi_{it}) + \beta_6 \ln(GIE_{it}) + v_{it} - u_{it}$$

(3.2)

$$\ln(IPI_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(PIB_{it}) + \beta_2 \ln(PU_{it} / P_{it}) + \beta_3 \ln(X_{it}) + \beta_4 \ln(M_{it}) + \beta_5 \ln(\pi_{it}) + \beta_6 \ln(GIE_{it}) + v_{it} - u_{it}$$

(3.3)

$$\ln(ICMS_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(PIB_{it}) + \beta_2 \ln(PU_{it} / P_{it}) + \beta_3 \ln(X_{it}) + \beta_4 \ln(M_{it}) + \beta_5 \ln(\pi_{it}) + \beta_6 \ln(GIE_{it}) + v_{it} - u_{it}$$

(3.4)

$$\ln(\text{CPP}_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{PIB}_{it}) + \beta_2 \ln(P_{it}) + \beta_3 \ln(\text{PUR}_{it} / P_{it}) + \beta_4 \ln(X_{it}) + \beta_5 \ln(M_{it}) + \beta_6 \ln(\pi_{it}) + \beta_7 \ln(\text{GIE}_{it}) + v_{it} - u_{it}$$

(3.5)

$$\ln(\text{CP}_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{PIB}_{it}) + \beta_2 \ln(P_{it}) + \beta_3 \ln(\text{PUR}_{it} / P_{IT}) + \beta_4 \ln(\pi_{it}) + v_{it} - u_{it}$$

onde;

IRCL_{it} corresponde ao valor agregado do Imposto de Renda da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido arrecadado na unidade federativa i , no período t ;

IPI_{it} é o Imposto sobre Produtos Industrializados arrecadado na unidade federativa i , no período t ;

ICMS_{it} é o Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços da unidade federativa i , no período t ;

CPP_{it} é o valor agregado da Contribuição Social para o Financiamento da Seguridade Social, da Contribuição para o Programa de Integração Social e do Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público arrecadado na unidade federativa i , no período t ;

CP_{it} é a Contribuição Social Oficial arrecadada na unidade federativa i , no período t ;

PIB_{it} é o Produto Interno Bruto a custo de fatores, “per capita”, da unidade federativa i , no período t ;

P_{it} é a População da unidade federativa i , no período t ;

PU_{it} / P_{it} é a proporção da População urbana acima de 10 anos com renda em relação à população total da unidade federativa i , no período t ;

PR_{it} / P_{it} é a proporção da População rural acima de 10 anos com renda em relação à população total da unidade federativa i , no período t ;

PUR_{it} / P_{it} é a proporção da População (urbana e rural) acima de 10 anos com renda em relação à população total da unidade federativa i , no período t ;

X_{it} é o valor em reais das exportações da unidade federativa i , no período t ;

M_{it} é o valor em reais das importações da unidade federativa i , no período t ;

π_{it} é a Variação do Índice Geral de Preços- DI no período t ;

GIE_{it} é uma “proxy” do grau de infra-estrutura construída com base no consumo de energia elétrica industrial e residencial, número de pulsos totais e excedentes

faturados (comunicação) e consumo de óleo diesel da unidade federativa i , no período t ³⁵;

v_{it} são os erros aleatórios que por hipótese são i.i.d. com distribuição $N(0, \sigma_v^2)$ e independentes dos u_{it} e que não só captam os efeitos de políticas não-tributárias que afetam a arrecadação mas também os erros de medida;

u_{it} são variáveis aleatórias não-negativas, associadas com a ineficiência técnica da arrecadação do tributo na unidade federativa i no período t , as quais são i.i.d. com distribuição $N(Z_{it}\delta, \sigma_u^2)$ truncada (em zero).

A especificação da ineficiência técnica da arrecadação para os tributos federais ($IRCL_{it}$, IPI_{it} , e CP_{it}) é dada pela equação:

$$u_{it} = \delta_0 + \delta_1 t + e_{it} \quad (3.6)$$

onde δ_0 e δ_1 são parâmetros e t é a variável tempo. O termo e_{it} , por hipótese, tem distribuição truncada $N(0, \sigma_e^2)$.

Para o imposto estadual $ICMS_{it}$, a ineficiência técnica de arrecadação é especificada por:

$$u_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 Tr_{it} + e_{it} \quad (3.7)$$

onde α_0 , α_1 e α_2 são parâmetros e Tr_{it} representa as transferências do governo Federal para cada um dos Estados.

Na especificação das equações (3.1), (3.2) e (3.3) verifica-se que as variáveis que explicam a arrecadação dos tributos $IRCL_{it}$, IPI_{it} e $ICMS_{it}$ são as mesmas. Isto se deve ao fato destes tributos incidirem sobre valores agregados. Assim sendo, o PIB per capita (PIB_{it}), a população urbana acima de 10 anos com renda como proporção da população total (PU_{it}/P_{it}) e o grau de infra-estrutura (GIE_{it}) deveriam impactar positivamente estes tributos.

³⁵ O GIE_{it} é a média dos índices representativos das três variáveis. Os índices tiveram como base 100 o ano de 1991.

As importações deveriam provocar aumentos de arrecadação do IPI_{it} e $ICMS_{it}$ dada a incidência desses impostos sobre as mesmas. Por outro lado, as exportações podem afetar até negativamente a arrecadação do IPI_{it} e $ICMS_{it}$ no caso em que o aumento das exportações advém do deslocamento de produção destinada ao consumo interno para o setor externo, dado que as exportações são desoneradas destes impostos. Quando o aumento das exportações é atendido por aumento de produção, as arrecadações do IPI_{it} e $ICMS_{it}$ não devem apresentar alterações significativas.

Quanto à arrecadação do $IRCL_{it}$, é defensável que os ganhos advindos do aumento do comércio exterior³⁶ pareçam indicar a existência de correlação positiva entre este tributo e as variáveis exportações (X_{it}) e importações (M_{it}).

Por último, é de se esperar que a inflação, devido ao efeito Tanzi, impacte negativamente a arrecadação de todos estes tributos.

Observação que se deve fazer é o costume de utilizar-se a população como variável explicativa na especificação das equações de arrecadação tributária. No entanto, a utilização da variável população urbana acima de 10 anos com renda como proporção da população total (PU_{it} / P_{it}) ao invés da população (P_{it}) nas três primeiras equações mostrou-se mais significativa.

Na equação (3.1) o grau de significância maior pode dever-se à melhor adequação daquela variável na explicação da arrecadação do imposto de renda das pessoas físicas.

Por outro lado, a não utilização da população rural com renda se dá pelo fato da pouca representatividade da arrecadação do imposto de renda das pessoas físicas na área rural, em especial no caso nordestino, em função do nível de renda da grande maioria dos trabalhadores se encontrar na faixa de isenção e os empresários rurais terem seus domicílios fiscais nas cidades.

No caso das equações (3.2) e (3.3), a utilização da variável em questão também se mostrou mais importante, explicado talvez pelo fato de ser a população

³⁶ Há três fontes principais de benefícios decorrentes do comércio exterior: a) maior concorrência; b) economias de escala; e c) vantagens comparativas. Estes fatores contribuem para o aumento de lucro da indústria doméstica e das empresas comerciais voltadas para o comércio exterior, na medida em que se tornam mais competitivas (via redução de custos) e tenham seu mercado consumidor ampliado.

urbana com renda que tem poder de compra para demandar das indústrias e do comércio.

Quanto à equação (3.4), optou-se pela utilização da variável população rural e urbana acima de 10 anos com renda como proporção da população total (PUR_{it}/P_{it}). A introdução desta variável é explicada pelo fato de parte das instituições contribuintes do PIS, ser tributada através da utilização de base de cálculo composta exclusivamente das folhas de pagamento das pessoas jurídicas. Este é o caso das cooperativas nas suas operações com cooperados, das fundações, das entidades sem fins lucrativos e dos condomínios³⁷.

A utilização da variável PUR_{it}/P_{it} ao invés da variável P_{it} na equação explicativa da arrecadação da Contribuição Social Oficial se dá pelo fato daquela variável apresentar uma relação com a população rural e urbana acima de 10 anos com renda muito forte, haja vista que sobre a massa de salários incide a contribuição dos trabalhadores e a parcela patronal além de fazerem parte dos contribuintes da Previdência Oficial os empregadores e os autônomos, os quais estão contidos na estatística da “população com renda”.

Outra observação importante se dá com a inclusão das variáveis do comércio exterior na equação (3.4). Espera-se que as exportações apresentem qualquer correlação ou no máximo uma relação inversa com a arrecadação deste tributo, já que seu valor é deduzido do faturamento das empresas quando da formação da base de cálculo. Por outro lado, as importações deveriam impactar positivamente a arrecadação deste tributo em função das mesmas, em geral, gerarem aumento de faturamento em um momento posterior.

Por outro lado, a não utilização do comércio exterior na última equação se deve ao fato da inexistência de relação importante entre estas variáveis. Pelo mesmo motivo que não se incluiu o índice composto do consumo serviços de comunicação, energia elétrica e óleo diesel (GIE_{it}).

Feitas estas considerações, o passo seguinte é a estimação dos parâmetros destas equações.

³⁷ Base de cálculo definida nos L.C. 07/70 e 17/73, D.L. 2.445/88 e 2.449/88, e na M.P. 1.212/95.

3.3 Estimação dos Parâmetros das Funções de Arrecadação

Através do programa computacional Frontier 4.1 [Coelli, 1996] obteve-se simultaneamente os estimadores de máxima verossimilhança dos parâmetros das equações (3.1), (3.2), (3.4), (3.5) e da equação de ineficiência técnica (3.6). Posteriormente, estimou-se pelo mesmo método, os parâmetros das equações (3.3) e (3.7). Os resultados obtidos se encontram dispostos na tabela V na página seguinte.

Com base nos resultados desta tabela, verifica-se em geral que os ajustes das especificações das arrecadações tributárias se mostraram razoáveis, como se pode verificar nos valores da estatística χ^2 , utilizando para o teste da razão de máxima verossimilhança³⁸, e t de student. Com exceção da equação (3.4), onde o teste se mostrou eficiente somente ao nível de 1%, todos os outros modelos apresentaram-se significativos ao nível de 5%.

Em relação à estatística t , a maioria das variáveis explicativas se mostraram significativas ao nível de 5%, em todas as especificações.

A verificação da adequação do método de fronteira estocástica como definido anteriormente, depende da contribuição da variância do erro estocástico, σ_v^2 , na explicação da variância total do modelo, $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$.

Dependendo da parcela desta contribuição em relação àquela proveniente da eficiência na arrecadação (σ_v^2), o método de fronteira estocástica será ou não equivalente aos métodos tradicionais de estimação. Se esta contribuição for grande em relação à contribuição originária da eficiência na arrecadação, σ_u^2 , a utilização do método de fronteira estocástica não é recomendada.

Para verificar o grau desta participação, usou-se a estatística γ dada por $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$. Se γ não é significativamente diferente de zero, é porque σ_v^2 é alto ou porque σ_u^2 é baixo, concluindo-se que a contribuição da eficiência tributária no modelo é desprezível e, portanto, o método de fronteira nada acrescenta em relação à estimação por mínimos quadrados ordinários.

³⁸ Se quer testar a hipótese nula, H_0 , de que os efeitos da ineficiência não estão presentes no modelo ou tem distribuição diversa da proposta. A estatística de teste da razão de máxima verossimilhança, $\chi = -2 \{ \log[\text{verossimilhança}(H_0)] - \log[\text{verossimilhança}(H_1)] \}$, tem aproximadamente uma distribuição qui-quadrado (χ^2) com parâmetro considerado iguais a zero na hipótese nula, H_0 , supondo H_0 verdadeira.

TABELA V

ESTIMADORES DE MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA DOS PARÂMETROS DAS EQUAÇÕES DE CAPACIDADE TRIBUTÁRIA ESTADUAL POR TIPO DE TRIBUTADO (VARIÁVEL DEPENDENTE: ARRECADAÇÃO TRIBUTÁRIA)

VARIÁVEL	IRCL _{it}	IPI _{it}	ICMS _{it}	CPP _{it}	CP _{it}
Constante	9,65 (3,72)	-9,18 (-5,49)	-9,34 (-9,46)	-12,45 (-12,57)	-3,93 (-1,29)
PIB _{it}	0,42 (0,81)	0,48 (3,87)	1,37 (30,67)	1,63 (7,52)	1,72 (6,30)
PU _{it} /P _{it}	0,86 (7,66)	1,55 (9,97)	1,26 (26,79)	-	-
X _{it}	0,28 (5,05)	0,04 (1,73)	-0,11 (-4,98)	-0,28 (-2,66)	-
M _{it}	0,15 (1,55)	0,03 (0,31)	0,01 (1,14)	-0,07 (-1,16)	-
π _{it}	0,002 (0,03)	-0,22 (-5,32)	-0,07 (5,06)	-0,08 (-2,24)	-0,31 (-4,87)
GIE _{it}	-0,30 (-0,44)	0,05 (3,48)	0,44 (2,38)	0,65 (0,88)	-
P _{it}	-	-	-	1,52 (5,38)	0,95 (7,66)
PUR _{it} /P _{it}	-	-	-	1,98 (2,08)	4,67 (2,77)
σ _u ²	0,65 (0,44)	0,17 (1,74)	0,4 (5,02)	0,16 (5,29)	0,19 (4,15)
γ	0,99 (25339,61)	0,98 (62,62)	0,99 (120552,13)	0,005 (8,31)	0,99 (37814,37)
δ ₀	0,38 (1,42)	0,55 (2,33)	-	-0,32 (-5,15)	-0,22 (-0,65)
δ ₁	-0,15 (-0,64)	-0,15 (-1,65)	-	0,08 (2,07)	0,52 (6,22)
α ₀	-	-	-0,90 (-1,25)	-	-
α ₁	-	-	0,11 (7,10)	-	-
α ₂	-	-	0,03 (0,84)	-	-
LLF	-21,64	2,53	26,34	-23,43	-27,07
χ ² (3)	10,03	13,16	12,35	7,15	34,15
Períodos	6	6	6	6	6
Interações	28	23	21	14	24

Obs.: Valores t de Student entre parênteses; LLF = Função de Máxima Verossimilhança; χ²(3) é o valor crítico da distribuição qui-quadrada com três graus de liberdade ao nível de 5% e se refere ao teste da razão de verossimilhança. Para o item ICMS, χ²(4).

Como se pode verificar na tabela V, com exceção da equação explicativa da arrecadação das contribuições PIS/PASEP e COFINS (CPP_{it})³⁹, o valor de γ e seu nível de confiança (muito superior a 95%) permitem inferir que a estimação de fronteira da arrecadação tributária pelo método da máxima verossimilhança se mostra adequado para a estimação simultânea dos parâmetros não só dos modelos de arrecadação tributária, mas também das equações que especificam a ineficiência técnica⁴⁰ (observada a exceção feita).

A observação final a ser feita diz respeito à necessidade de aplicar-se o teste de heteroscedasticidade, objetivando verificar a hipótese de que os erros do modelo (V_{it} e U_{it}) se comportam como variáveis independentemente distribuídas com variância constante. No entanto, não se conseguiu obter um pacote que se coadunasse com o utilizado neste trabalho para a sua realização. Desta forma, supõe-se que ocorra homocedasticidade e, portanto, a variância seja constante.

Pelo mesmo motivo apontado para a não realização do teste acima referido, não avaliou-se a existência de multicolinearidade entre as variáveis que compõem as equações. No entanto, devido à natureza específica diversa de cada variável⁴¹, supomos a não existência de intercorrelação das mesmas.

A análise e comentários das equações estimadas por tipo de tributo é feita a seguir:

Imposto de Renda e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido

A renda per capita (PIB_{it}) apresentou uma relação direta com a arrecadação do imposto de renda e da contribuição social sobre o lucro líquido, como esperado, embora esta não tenha sido significativa. A não significância pode dever-se ao fato, já comentado anteriormente, da existência de importantes incentivos fiscais além de vários fatores econômicos e sociais adversos, como a participação majoritária na região de microempresas que estão na faixa de isenção ou na

³⁹ A arrecadação destas contribuições, como anteriormente comentado, passou por grandes oscilações ao longo do período de 1991 a 1996, advindas de mudanças representativas nas alíquotas e nas bases de cálculo e entre os Estados enfocados devido às decisões judiciais garantindo a interrupção de pagamentos de forma não uniforme pelas unidades da Federação.

⁴⁰ Em outras palavras, o resíduo estocástico tem um componente não desprezível que é explicado pela diferença no esforço de arrecadação nos Estados do Nordeste.

⁴¹ É factível supor que as variáveis renda per capita, população urbana acima de 10 anos com renda em relação à população total, as variáveis de comércio exterior, a taxa de inflação e o grau de infra-estrutura, convenhamos, não devem indicar para a existência de "grande influência recíproca".

faixa de tributação a alíquotas menores (sistema SIMPLES). Aliado a isso, as filiais de empresas sediadas no centro-sul do País que têm estes tributos contabilizados em suas regiões de origem, a baixa renda per capita e a baixa lucratividade das empresas aqui instaladas contribuem para a geração de distorções significativas na relação entre produção/renda/lucro e arrecadação de tributos baseados no lucro e renda.

A população urbana acima de 10 anos com renda e as exportações indicam uma relação positiva e significativa, como previsto. As importações também apresentam sinal positivo, como esperado, embora não significativa⁴².

Quanto à corrosão da arrecadação pela inflação, esta se mostrou não significativa. Neste sentido, não ocorre o “efeito TANZI”. Isto pode ser explicado em função de que a contribuição social e o imposto de renda são devidos e recolhidos mensalmente, havendo, portanto, uma pequena defasagem entre o fato gerador e o recolhimento dos tributos. No caso do imposto de renda, em um grande número de casos, ocorre a antecipação do imposto, como são exemplos as Declarações de Ajuste Anual com imposto a restituir (no caso de pessoas físicas) e a sistemática de tributação pelo lucro real com recolhimentos por estimativa além da tributação com base no lucro presumido. Observe-se ainda que os tributos em referência possuíram, quando do período de inflação alta, os mecanismos de indexação largamente utilizados: primeiramente através do BTNF e posteriormente da UFIR diária, mensal, trimestral, semestral e anual, dependendo do período.

O grau de infra-estrutura (GIE_{it}), também se mostrou não significativo, o que deve causar surpresa. No entanto, são muitas as particularidades que envolvem a série de dados referentes a arrecadação do imposto de renda no Nordeste, como é o caso dos incentivos fiscais e da baixa rentabilidade das empresas, assunto anteriormente comentado.

Em relação à equação estimada da ineficiência técnica deste tributo, conclui-se que a ineficiência não é influenciada pelo fator tempo (não significância da estatística t).

⁴² As importações também devem apresentar, do ponto de vista teórico, além dos fatores indicados na nota anterior, uma relação positiva com a geração de lucro no curto prazo devido a importação de mercadorias para revenda ou mesmo no prazo mais longo no caso da importação de insumos e bens de produção.

Imposto sobre Produtos Industrializados

Em relação a equação estimada deste imposto, observa-se uma relação direta e significativa entre o IPI_{it} e as variáveis “renda per capita”, “população urbana acima de 10 anos com renda” e “grau de urbanização”, como esperado.

As exportações e importações se mostraram não significativas para explicar a arrecadação deste imposto. O resultado é compatível na medida que as exportações são imunes à tributação do IPI_{it} , além de existir uma série de incentivos fiscais, com base no IPI_{it} , inclusive para a cadeia de produção e distribuição anterior a fase de exportação⁴³. Desta forma se pode concluir que um aumento das “exportações” poderia até diminuir a massa de IPI_{it} arrecadada, desde que o aumento das mesmas possuísse um componente de transferência da produção destinada ao consumo interno para o comércio exterior. No caso das importações, o resultado parece estranho pois as mesmas são oneradas pela incidência deste imposto. A explicação para esta não significância pode se basear pela baixa participação da receita do IPI_{it} obtida por esta via no cômputo da receita total deste imposto no Nordeste⁴⁴.

⁴³ Os principais incentivos fiscais que vinculam exportações ao IPI são os seguintes:

- os produtores/exportadores têm direito à compensação e ao ressarcimento do IPI pago na aquisição de insumos utilizados na produção de produtos destinados a exportação (Lei 8.402/92, art.1º, inciso II;), destinados às áreas de livre comércio (Lei 8.981/95, art.108 à 110), às lojas francas (Lei 8.402/92, art.1º, inciso VI;) e às empresas comerciais exportadoras (Lei 8.402/92, art.1º, §1º);
- os fornecedores, por seu turno, também têm direito a creditarem-se do IPI pago nos insumos vendidos a estabelecimento industrial para fabricação de produtos destinados a exportação (Lei 8.402/92, art.3º);
- o contribuinte tem direito a creditar-se do IPI quando nas vendas internas equiparadas a exportação (Decreto-Lei 1.335/74); e
- ao *crédito presumido de IPI* referente ao PIS e a COFINS incidentes na receita dos fornecedores de insumos para as empresas que industrializam produtos destinados a exportação (Portaria MF 38/97).

⁴⁴ Os motivos apontados para a baixa arrecadação do IPI nas importações podem ser resumidos no seguinte:

- os regimes de “drawback” utilizados em grande parcela das importações, haja vista que grande parcela destas tratam-se de insumos importados a serem utilizados em produtos a serem exportados após elaborados;
- a isenção na importação de máquinas e equipamentos é outra importante parcela da pauta de importações;
- a isenção de insumos (a maioria importados) utilizados na fabricação de embarcações (art.1.º, inciso XV da Lei n.º 8.402/92) e bens de informática e automação (art. 4.º da Lei n.º 8.248/91, art.1.º, parágrafo único e Portaria Interministerial MF/MCT n.º 273/93); e
- a pequena participação das importações do Nordeste em relação ao seu PIB (2,59 e 3,73% nos anos de 1991 e 1996, respectivamente).

A significância e o sinal negativo do parâmetro da inflação indicam que este imposto sofre o “efeito TANZI”. A pequena defasagem entre a data do recolhimento e o período de apuração do imposto⁴⁵ além do fato de haver indexação no período de inflação elevada, não foram suficientes para neutralizar os efeitos corrosivos da inflação sobre os valores arrecadados.

Quanto à ineficiência técnica de arrecadação deste imposto, também se verifica que a variável tempo não influencia sua arrecadação.

Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços

A equação estimada para explicar o comportamento da arrecadação do $ICMS_{it}$ apresentou uma relação direta e significativa entre a sua arrecadação e as variáveis “renda per capita”, “população urbana acima de 10 com renda” e o “grau de urbanização”.

BCME - BIBLIOTECA

O parâmetro da variável “exportações” apresentou sinal negativo e significativo o que evidencia uma relação inversa com a arrecadação deste imposto. Isto pode ser explicado pela possibilidade da combinação entre a imunidade das exportações em relação ao $ICMS_{it}$ e o deslocamento de produtos antes destinados ao mercado interno para o comércio exterior. Este último efeito pode gerar queda na arrecadação do $ICMS_{it}$.

Quanto às “importações”, a sua não significância na explicação da arrecadação do $ICMS_{it}$ poderia ser justificada pela pouca participação da arrecadação do $ICMS_{it}$ nos desembaraços aduaneiros em relação a arrecadação total do imposto.

O $ICMS_{it}$ também sofre o “efeito Tanzi” como pode se verificar através da significância e do sinal negativo do parâmetro relativo a variável inflação. Na verdade isto se explica pela defasagem de mais de um mês entre o recolhimento e o fato gerador do imposto, sem qualquer mecanismo de

⁴⁵ O prazo médio era de no máximo 16 dias a partir de 1994, quando o período de apuração passou a ser decendial, (antes era quinzenal, significando um prazo máximo de 23 dias entre o fato gerador e a arrecadação). Para o IPI sobre fumo e bebidas alcoólicas cuja arrecadação é considerável, os prazos são bem menores já que o recolhimento se dá no terceiro dia útil subsequente ao fato gerador. No caso das importações, o recolhimento se dá no ato do desembaraço aduaneiro.

indexação, mesmo durante os primeiros anos da década de 90 quando a inflação era elevada⁴⁶.

No que diz respeito à estimação da equação de ineficiência técnica de arrecadação do $ICMS_{it}$, observa-se que este imposto tem apresentado uma piora na sua eficiência de arrecadação ao longo dos anos haja vista que o parâmetro da variável tempo se apresenta significativo e com o sinal positivo.

Quanto a esperada relação inversa entre a arrecadação do $ICMS_{it}$ e o volume de Transferências Constitucionais recebidas esta não se verifica, dada a não significância desta última.

Conclui-se portanto que, no caso do Nordeste, não houve o relaxamento da arrecadação do imposto estadual em questão em função da ocorrência de aumento das Transferências Constitucionais.

ECME-BIBLIOTECA

Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), Contribuição para o Programa de Integração Social (PIS) e Contribuição para o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP)

A equação estimada para explicar o comportamento da arrecadação deste tributo (CPP_{it}), apresentou relação direta entre a sua arrecadação e as variáveis “renda per capita”, “população total” e a “população acima de 10 anos com renda”, como esperado.

O “grau de infra-estrutura”, embora com sinal positivo, mostrou-se, no entanto, não significativo, o que em parte pode ser explicado pelo fato de que, ao contrário de todos os tributos acima, a COFINS tem um leque maior de contribuintes na medida que engloba as microempresas, as quais estão mais presentes na Região Nordeste, como comentamos anteriormente. Assim, as empresas nas regiões mais longínquas são contribuintes da COFINS, daí a pouca importância do “grau de infra-estrutura”, na equação estimada.

⁴⁶ Atualmente o período de apuração do ICMS é mensal com o recolhimento se dando até o dia 20 e 30 do mês subsequente, respectivamente para o comércio e a indústria. No período de inflação elevada, o vencimento se dava no dia 10, mas sem nenhuma indexação.

Quanto às “exportações”, dado que são excluídas da base de cálculo deste tributo⁴⁷, espera-se que ela afete negativamente a arrecadação, o que é confirmado pelo sinal negativo e significância do parâmetro daquela variável.

As “importações”, ao contrário do esperado, se mostraram não significativas.

Verifica-se também que este tributo sofre o “efeito Tanzi”, donde se conclui que a utilização da forma de recolhimentos mensais⁴⁸ e indexados⁴⁹ não foi suficiente para eliminar a perda de arrecadação real.

Com relação a arrecadação deste tributo ao longo do tempo, a significância da variável tempo permite concluir que houve aumento na ineficiência técnica do governo federal na arrecadação, com o passar dos anos.

A explicação para este último resultado pode ter sido originada da legislação precária da COFINS e do PIS vigentes, o que deu origem a uma quantidade sem precedentes de ações judiciais onde se alegava a inconstitucionalidade referente as mudanças nas bases de cálculo e majoração de alíquotas sem obedecerem ao “princípio da anterioridade”. A grande maioria destas ações teve efeito suspensivo ou a obrigação da realização de depósitos em juízo. Tanto em um caso como no outro, os valores suspensos ou depositados na Caixa Econômica Federal não fazem parte dos valores arrecadados apresentados pelo Governo, somente o sendo quando do trânsito em julgado de decisão favorável à Fazenda Nacional com o conseqüente recolhimento do tributo e encargos ou conversão de depósito em renda, dependendo do caso.

⁴⁷ No caso do PIS, as receitas das exportações só passaram a ser excluídas a partir de setembro de 1994, com o advento da MP n.º 622/94 e reedições posteriores convertidas na Lei n.º 9.004/95, mas como a alíquota é, aproximadamente, um terço da alíquota da COFINS, o efeito das exportações na base de cálculo deve ser pequeno para o conjunto das duas contribuições.

⁴⁸ No caso da COFINS até 10/93, o vencimento do pagamento do tributo era o dia 20 do mês subsequente ao do fato gerador (Lei n.º 8.383/91). De 11/93 a 7/94, o 5.º dia útil (Lei n.º 8.850/93) e de 8/94 em diante o último dia útil do decêndio subsequente ao mês do fato gerador (Lei n.º 9.069/95). No caso do PIS, até final de 1991, o vencimento era o 5.º dia útil do mês subsequente ao fato gerador (Lei n.º 8.218/91). De 01/92 a 10/93, o dia 20 (Lei n.º 8.383/91) e, novamente o 5.º dia útil. No período de 11/93 a 7/94 (LEI n.º 8.850/93). De 8/94 até o final daquele ano. O último dia útil do 1.º decêndio do mês subsequente ao fato gerador. Finalmente a partir de 1995. O último dia útil da quinzena subsequente ao mês do fato gerador.

⁴⁹ Até o final de 1995, o recolhimento do imposto era indexado pela BTNF e, de 1992 até 1996, pela UFIR.

Contribuição Previdenciária

A estimação da equação de arrecadação deste tributo () mostra que existem relações positivas e significativas entre a arrecadação e a “renda per capita”, “população total” e “população acima de 10 anos com renda”.

Observa-se ainda a corrosão inflacionária (efeito Tanzi) da arrecadação pois o sinal do parâmetro desta variável foi negativo e significativo. De certa forma, isto pode ser explicado em função do precário sistema de indexação adotado pelo INSS⁵⁰.

A Contribuição Previdenciária apresenta também aumento de ineficiência técnica de arrecadação ao longo do tempo, como confirmado pela significância e o sinal positivo do parâmetro da variável tempo.

Estimadas as equações de arrecadação dos tributos, obtém-se os valores referentes à arrecadação potencial e à ineficiência técnica de cada um dos tributos no período de 1991 a 1996.

BCME - BIBLIOTECA

Em seguida, utilizando-se a expressão $Et_{it} = \frac{A_{it}}{A_{it}}$, calcula-se o esforço fiscal empreendido na arrecadação dos tributos elencados, por Estado e período de referência. O esforço fiscal (EF) e as cargas tributárias potenciais (CP) e efetivas (CE) como percentagem do PIB se encontram dispostos nas tabelas VI a X na página 72.

Como se observa, a carga tributária potencial, na maioria dos casos, é significativamente maior do que a carga tributária efetiva. O Estado do Maranhão, por exemplo, possuía no ano de 1996 a capacidade de contribuir com a arrecadação do imposto de renda e da contribuição social sobre o lucro líquido no valor correspondente a 0,61% de seu PIB. No entanto, a contribuição efetivamente verificada foi de apenas 0,26 % do seu PIB.

O mesmo se dá com relação ao Estado de Alagoas para os mesmos tributos e no mesmo período. Naquele ano, o Estado poderia ter contribuído com 20,05% do seu PIB, e não só com os 6,58% verificado.

⁵⁰ O tributo era recolhido até o décimo quinto dia útil do mês subsequente ao período mensal de apuração sem qualquer conversão de valores como mecanismo de proteção contra a perda do poder de compra de valores devidos, sem se falar nos valores pagos com atraso de forma espontânea.

Verifica ainda que alguns tributos apresentam maiores percentuais de esforço fiscal que outros. A COFINS, o PIS e o PASEP, de forma agregada, apresentam altos percentuais desta variável. Por outro lado, os percentuais, em geral, são bem menores com relação à Contribuição Previdenciária.

Se se comparar os primeiros dois anos do estudo com os dois últimos, constata-se que houve aumento do percentual do esforço fiscal no caso dos tributos do imposto de renda e da contribuição social sobre o lucro líquido e do imposto sobre produtos industrializados, salvo algumas exceções, como os Estados de Pernambuco e Maranhão para este último imposto.

No que diz respeito aos outros tributos, a mesma comparação nos leva a trajetória contrária. Para todos os Estados, há diminuição do esforço fiscal ao longo do tempo. No caso da Contribuição Previdenciária oficial, no entanto, ocorrem as exceções dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Sergipe que apresentaram os maiores percentuais de esforço fiscal no ano de 1995, embora o segundo melhor ocorresse no primeiro ano do estudo (1991).

Observe-se ainda, com respeito às contribuições para o financiamento da seguridade social, para o Programa de Integração Social e para o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor, os dados relativos ao esforço fiscal dos Estados do Piauí, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia no ano de 1991 são bastante pequenos. A explicação para estes percentuais reduzidos é o fato de que neste ano, quando não existia ainda a COFINS, mas FINSOCIAL, o governo aumentou as alíquotas deste tributo o que gerou uma grande quantidade de recursos judiciais suspendendo o seu pagamento em vários casos. No ano seguinte, já com a “transformação” do tributo em COFINS com a alíquota de 2% sobre o faturamento das pessoas jurídicas, verifica-se que o esforço fiscal aumentou bastante e, basicamente, se homogeneizou com todos eles acima do patamar de 99%. Deste ano em diante, como acima referido, se verifica uma gradativa, embora pequena, diminuição dos percentuais.

TABELA VI

IRCL *ii*

	1991			1992			1993			1994			1995			1996		
	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP
MA	0,07	23,14	0,31	0,13	28,70	0,44	0,12	29,22	0,42	0,17	32,44	0,52	0,20	40,56	0,50	0,26	43,21	0,61
PI	3,10	47,64	6,51	3,47	99,85	3,47	3,17	52,93	5,99	2,15	49,03	4,38	2,70	91,98	2,93	2,79	74,55	3,74
CE	0,48	76,63	0,63	0,60	78,75	0,77	0,73	99,97	0,73	0,72	95,17	0,75	0,93	87,30	1,07	0,99	99,22	1,00
RN	5,02	89,14	5,63	4,68	42,53	11,00	5,57	45,00	12,39	4,73	40,59	11,65	5,31	69,50	7,63	5,36	54,58	9,82
PB	1,04	43,57	2,39	1,27	50,12	2,54	1,66	45,88	3,61	1,24	41,92	2,96	1,82	58,62	3,10	1,86	57,57	2,89
PE	0,73	73,18	0,99	0,79	79,18	1,00	0,78	67,05	1,16	0,86	72,47	1,19	1,15	79,80	1,44	1,17	91,10	1,29
AL	3,79	17,99	21,06	5,02	26,23	19,16	5,84	26,66	21,90	5,05	28,14	17,94	6,85	31,25	21,91	6,58	32,83	20,05
SE	2,84	51,06	5,56	2,82	65,94	4,28	2,67	50,88	5,25	2,43	51,41	4,73	3,06	95,80	3,19	2,71	49,65	5,47
BA	0,28	67,70	0,41	0,44	73,77	0,60	0,46	81,23	0,57	0,54	83,36	0,65	0,68	87,47	0,77	0,64	87,25	0,73

TABELA VII

IPI *ii*

	1991			1992			1993			1994			1995			1996		
	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP
MA	0,48	38,60	1,26	0,54	44,53	1,22	0,54	51,89	1,05	0,55	61,59	0,90	0,49	49,72	0,99	0,47	48,28	0,97
PI	1,08	58,39	1,84	1,61	94,72	1,70	1,61	71,61	2,25	1,07	78,42	1,36	1,15	80,91	1,43	1,12	74,04	1,52
CE	0,78	42,84	1,83	0,77	43,72	1,76	0,77	40,39	1,91	0,60	45,66	1,32	0,83	57,78	1,44	0,79	91,78	0,86
RN	0,49	49,88	0,97	0,50	53,59	0,93	0,50	48,14	1,03	0,40	52,88	0,76	0,58	73,15	0,80	0,70	89,36	0,79
PB	1,30	85,04	1,53	1,28	86,20	1,48	1,28	75,42	1,69	0,94	88,68	1,06	1,07	92,23	1,16	0,95	87,65	1,08
PE	1,65	91,31	1,81	1,76	96,43	1,82	1,76	92,25	1,90	1,30	95,35	1,36	1,39	82,76	1,68	1,36	94,15	1,45
AL	0,46	50,48	0,92	0,50	58,37	0,85	0,50	90,30	0,55	0,66	94,79	0,69	0,67	88,09	0,76	0,81	97,77	0,83
SE	0,48	65,85	0,73	0,45	77,28	0,59	0,45	69,48	0,65	0,53	89,93	0,59	0,52	83,39	0,62	0,47	73,21	0,64
BA	1,21	66,53	1,82	1,40	79,59	1,75	1,40	75,53	1,85	1,14	88,05	1,30	1,18	79,91	1,48	1,17	83,00	1,41

TABELA VIII

ICMS *ii*

	1991			1992			1993			1994			1995			1996		
	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP
MA	3,49	68,11	5,13	3,85	76,39	5,04	3,31	66,08	5,02	3,73	61,36	6,07	3,84	55,51	6,92	4,18	54,82	7,63
PI	4,38	84,40	5,18	4,69	98,70	4,75	4,36	91,12	4,78	4,06	65,55	6,20	5,12	74,27	6,89	5,63	70,97	7,94
CE	5,37	83,72	6,42	4,94	76,97	6,42	4,80	74,89	6,41	5,41	68,55	7,89	5,90	73,75	8,00	6,18	61,58	10,03
RN	3,77	65,52	5,75	3,41	59,88	5,69	3,24	59,19	5,47	3,73	51,93	7,18	4,59	56,31	8,15	4,91	54,43	9,03
PB	4,83	77,64	6,22	4,40	76,14	5,77	4,05	71,13	5,69	4,19	59,49	7,05	5,29	63,17	8,37	5,66	63,78	8,87
PE	6,59	99,99	6,59	6,17	93,57	6,60	5,80	90,27	6,43	6,27	79,74	7,87	6,93	78,74	8,80	7,47	73,48	10,16
AL	4,68	96,29	4,86	4,39	88,25	4,98	4,07	89,55	4,55	4,42	72,32	6,11	5,18	76,51	6,78	5,38	73,64	7,30
SE	5,85	98,99	5,91	5,16	96,61	5,34	5,41	97,18	5,56	6,75	98,39	6,86	7,37	92,13	8,00	7,31	90,53	8,08
BA	5,95	88,67	6,71	6,30	96,26	6,54	6,03	92,70	6,50	6,41	79,64	8,05	6,79	74,32	9,14	7,16	72,03	9,93

TABELA IX

CPP *ii*

	1991			1992			1993			1994			1995			1996		
	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP
MA	0,47	99,65	0,47	0,45	99,48	0,45	0,52	99,03	0,53	0,78	97,06	0,80	0,86	90,44	0,95	0,82	83,10	0,98
PI	2,15	10,00	21,46	2,46	99,49	2,47	0,89	99,03	0,90	1,18	97,03	1,22	1,41	90,38	1,56	1,51	83,13	1,81
CE	0,81	99,65	0,81	0,56	99,48	0,56	0,96	99,03	0,97	1,63	97,13	1,67	1,77	90,66	1,95	1,69	83,20	2,03
RN	0,64	99,65	0,64	0,59	99,47	0,60	0,61	99,01	0,61	1,11	96,99	1,15	1,29	90,30	1,43	1,36	83,03	1,64
PB	2,35	10,00	23,46	2,17	99,49	2,18	0,94	99,03	0,95	1,07	97,00	1,10	1,29	90,35	1,43	1,28	83,03	1,54
PE	1,11	10,00	11,08	0,99	99,48	0,99	1,33	99,05	1,34	1,87	97,15	1,93	2,26	90,70	2,49	2,20	83,25	2,64
AL	0,75	10,00	7,54	0,61	99,48	0,61	0,89	99,05	0,89	1,39	97,16	1,43	1,43	90,64	1,58	1,42	83,27	1,70
SE	4,27	10,00	42,67	3,99	99,50	4,01	1,35	99,04	1,36	2,05	97,16	2,11	2,11	90,51	2,33	2,04	83,31	2,45
BA	1,33	10,00	13,28	1,03	99,49	1,04	1,31	99,05	1,32	1,71	97,15	1,76	1,92	90,63	2,12	1,85	83,27	2,23

TABELA X

CP *ii*

	1991			1992			1993			1994			1995			1996		
	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP	CE	EF	CP
MA	4,42	73,62	6,01	1,97	36,88	5,33	2,20	41,71	5,27	1,45	12,86	11,26	1,62	62,09	2,60	1,81	54,97	3,29
PI	4,57	63,62	7,18	2,47	38,60	6,40	2,52	40,47	6,23	1,64	11,67	14,05	1,93	59,04	3,27	2,04	50,91	4,00
CE	7,55	80,34	9,39	2,74	31,17	8,80	0,31	41,57	0,75	2,22	14,56	15,25	2,84	84,75	3,36	2,60	59,85	4,34
RN	6,10	53,10	11,49	2,57	22,64	11,36	3,05	33,20	9,20	2,31	11,45	20,19	2,67	56,72	4,71	8,35	14,34	58,24
PB	6,59	73,59	8,96	2,54	28,71	8,84	2,73	34,19	7,98	1,88	10,70	17,57	1,84	45,04	4,08	2,34	45,81	5,11
PE	10,64	99,97	10,65	3,96	39,31	10,08	4,45	49,80	8,94	3,24	18,08	17,93	3,27	82,35	3,97	3,58	68,19	5,25
AL	6,43	71,77	8,96	2,73	29,49	9,26	3,01	39,46	7,62	2,61	15,82	16,50	2,48	65,17	3,80	2,97	62,22	4,78
SE	9,11	82,50	11,05	3,25	24,47	13,28	4,45	46,88	9,49	3,89	21,81	17,85	3,56	95,02	3,75	3,10	62,38	4,96
BA	8,65	79,52	10,87	3,47	33,10	10,50	3,69	39,27	9,40	2,53	13,00	19,49	2,66	60,49	4,40	2,75	52,03	5,29

CONCLUSÃO

Os Estados do Nordeste contribuem menos em termos relativos para a arrecadação tributária nacional. As explicações para a baixa performance da arrecadação tributária no Nordeste estão associadas basicamente a sua base tributária também pequena, delimitada pelas condições econômicas e sociais adversas tais como a baixa renda per capita, a existência de incentivos fiscais, a participação relativa maior de pequenas empresas e de empresas de baixa rentabilidade, entre outros.

Ao mesmo tempo, estes mesmos Estados sofrem impactos diferentes quanto ao esforço fiscal a eles imposto, ao mesmo tempo que não são compensados de forma adequada do ponto de vista da justiça fiscal pelas Transferências Constitucionais. Daí sugerir-se a modificação da regra de repartição da receita tributária com a inclusão do percentual indicativo do esforço fiscal empreendido pelos Estados. Acredita-se que a introdução desta variável permitirá a implementação de sistema redistributivo de renda mais eficiente e justo.

Por outro lado, ao comparar-se o esforço fiscal de alguns Estados com a massa de recursos não-tributários por estes recebido, as distorções parecem ser maiores. De um lado, o esforço fiscal sinaliza que a retirada de recursos está sendo maior (ou menor), em termos relativos, à contribuição que outros Estados dão para a arrecadação nacional ao mesmo tempo que, de forma inversa, são destinados uma menor (ou maior) parcela desta arrecadação para os mesmos Estados.

As diferenças entre a carga potencial e a efetiva sugerem que existe margem para aumentar-se a arrecadação tributária através da melhora da eficiência na cobrança e na administração dos tributos. Naqueles Estados que apresentam pouco esforço fiscal, os governos estadual e federal poderiam investir em seus órgãos arrecadadores de forma a diminuir a ineficiência.

A constatação acima não invalida, no entanto, o paradigma de que "a carga tributária não suporta mais aumento". Na verdade, é possível que os contribuintes não tenham capacidade adicional para o aumento da carga tributária via majoração

de alíquotas, ampliação de base de cálculo ou mesmo através da criação de outros tributos. No entanto, como se verificou, a arrecadação não grava os Estados de forma igualitária, possibilitando que se incremente a arrecadação com a diminuição da ineficiência.

A evidência acima contribui para uma distribuição de renda no mínimo equivocada, já que, como vimos, as Transferências Constitucionais, dada a sua sistemática de cálculo, não possibilitam compensar esta distorção.

É aceitável que os Estados mais pobres tenham, a princípio, uma participação maior na distribuição das Transferências de forma a manter, pelo menos no mesmo nível que os outros Estados do Nordeste, o atendimento das demandas por bens e serviços públicos de sua população. No entanto, injustiça é feita quando as características econômicas de uma jurisdição indicam que a mesma faz pouco esforço fiscal e ao mesmo tempo é beneficiada com um volume maior de recursos não-tributários. Ou seja, o efeito redistributivo que se busca via Transferências Constitucionais fica no mínimo distorcido no seu calibre, haja vista que, em certos casos, a contribuição que uma jurisdição dá para a arrecadação total do País é pequena em termos relativos, ao mesmo tempo que recebe parte desproporcionalmente maior desta mesma massa de recursos tributários.

Quanto ao impacto que cada um dos tributos estudados causa nos Estados da região Nordeste, se pode concluir que a arrecadação do imposto sobre a renda, tanto da pessoa física como da jurídica, e a arrecadação da contribuição social sobre o lucro líquido, exigiram pouco esforço fiscal da maioria dos Estados, como verifica-se dos dados da tabela VI. As exceções dizem respeito aos Estados do Ceará, Pernambuco e Bahia, que apresentaram uma arrecadação efetiva (CE) próxima da arrecadação potencial estimada (CP) e, portanto, experimentaram um esforço fiscal maior. A explicação é bastante clara para esta performance. Nestes três Estados, sede respectivamente da 3.^a, da 4.^a e da 5.^a Regiões Fiscais que compõem a estrutura da Receita Federal no Nordeste, estão concentradas mais de 90% da estrutura de arrecadação é das ações de fiscalização no Nordeste. Ou seja, o fisco federal está bem mais presente nos três referidos Estados.

Outro ponto que salta aos olhos é que, na média, o esforço fiscal aumentou no período estudado, apontando para um aumento da eficiência na arrecadação dos tributos em pauta.

Quanto ao IPI, também houve aumento no esforço fiscal nos Estados do Nordeste de 1991 a 1996, no entanto, não se verifica a discrepância na arrecadação efetiva em relação à potencial em favor dos maiores Estados da Região. Isto se dá pelo fato do IPI ser um imposto de menor sonegação e evasão fiscais, não prescindindo de grande investimento na sua fiscalização⁵¹.

Ao contrário dos três tributos acima abordados, o ICMS, a COFINS o PIS/PASEP e a Contribuição Social Oficial apresentaram diminuição do esforço fiscal no período.

Os dados do esforço fiscal referentes à arrecadação da COFINS e do PIS/PASEP apresentam uma redução explicada pela retirada das receitas financeiras da base de cálculo do PIS e, principalmente, o aumento do nível de sonegação destes tributos, o que pode ser comprovado pelo número sem precedentes de passivos tributários já inscritos na Dívida Ativa da União e a concentração de ações fiscais em programas específicos voltados para estas contribuições.

No caso do ICMS, os dados são coerentes com a avaliação feita pelas secretarias de fazenda dos Estados do Nordeste. Como causa apontam a perda do poder de compra da classe média durante a década, advinda com o Plano Real. No caso do ICMS, em termos relativos, houve aumento do consumo de produtos que compõem a cesta básica e de baixo valor agregado, produtos que contribuem pouco para a arrecadação deste tributo. Enquanto houve diminuição do consumo de importantes itens da arrecadação como os bens demandados pela classe média (em geral de valor agregado maior), os serviços de comunicação e a energia elétrica.

Além dos fatores acima, os Estados do Nordeste praticaram no período estudado o que se convencionou chamar de “guerra fiscal”. Atualmente, no caso do Ceará, o benefício se resume a concessão de empréstimo do valor arrecadado a taxas modestas, o que não afeta o valor da arrecadação visto que o recurso é

⁵¹ O IPI é cobrado basicamente na fonte de forma monofásica envolvendo em geral o transporte de grandes quantidades de mercadorias padronizadas, típicas de indústria.

orçamentário. No entanto, nem sempre ocorreu desta forma no Ceará e em outros Estados. A prática da isenção por algum período de tempo foi muito utilizada. Com esta prática, se tem uma mudança nas características socioeconômicas do Estado, como o aumento da renda per capita, sem o correspondente aumento na arrecadação estadual.

No que diz respeito à diminuição do esforço fiscal referente à Contribuição Previdenciária, o aumento do nível de desemprego seria a principal explicação.

Esta diminuição tem contribuído de forma importante para a ampliação do déficit previdenciário, o que tem forçado o Governo Federal a tentar aumentar as alíquotas e o número de contribuintes, através de descontos previdenciários de militares, aposentados, inativos e pensionistas.

ANEXO

A definição da função de máxima verossimilhança para a função de produção de fronteira estocástica com a utilização de dados em painel pode ser obtida na forma a seguir:

Seja o modelo de função de produção de fronteira estocástica expresso pela equação (1), onde, como se verificou, as variáveis v_{it} e u_{it} são variáveis aleatórias associadas, respectivamente a erros de medida e ineficiência técnica na produção: as primeiras distribuídas obedecendo supostamente uma $N(0, \sigma_v^2)$, i.i.d, e as segundas, uma normal truncada em zero da $\Phi(Z_{it}\delta, \sigma^2)$, também supostamente distribuídas de forma independente (sendo as variáveis Z_{it} e δ da forma definida anteriormente).

A equação (1) pode ser desmembrada nas equações seguintes:

$$y_{it} = x_{it}\beta + E_{it} \quad (4)$$

ECME - BIBLIOTECA

e

$$E_{it} = v_{it} + u_{it}, \quad (5)$$

onde y_{it} é o logaritmo da produção da i ésima firma no tempo t .

A função densidade para v_{it} e u_{it} são dadas pelas equações abaixo expostas:

$$f_v(v) = \frac{\exp\{-\frac{1}{2}(v^2 / \sigma_v^2)\}}{\sqrt{2\pi}\cdot\sigma_v}, \quad -\infty < v < \infty \quad (6)$$

e

$$f_u(u) = \frac{\exp\{-\frac{1}{2}(u - z\delta)^2 / \sigma^2\}}{\sqrt{2\pi}\cdot\sigma\cdot\Phi(z\delta / \sigma)}, \quad u \geq 0 \quad (7)^{52}$$

⁵² Uma variável aleatória x tem distribuição normal truncada à esquerda de $x = k$, se sua função de densidade de probabilidade (*f.d.p.*) for da forma:

$$f(x) = 0 \quad \text{se } x < \kappa, \\ = \frac{H}{\sqrt{2\pi}\cdot\sigma} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \quad \text{se } x \geq \kappa, \quad H \text{ sendo determinado pela condição } \int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1, \text{ e}$$

portanto, $H = \frac{1}{\Phi\left(\frac{\kappa-\mu}{\sigma}\right)}$.

onde os subscritos i e t foram omitidos por conveniência de apresentação, e a função $\Phi(\bullet)$ representa a função distribuição para a variável aleatória normal padrão.

A função densidade conjunta para $E = v - u$ e u , pelo fato de serem independentemente distribuídas, é dada pela expressão:

$$f_{E,U}(e, u) = f_V(v) \cdot f_U(u) = \frac{\exp\{-\frac{1}{2} \{[(e + u)^2 / \sigma_V^2] + [u - z\delta]^2 / \sigma^2\}\}}{2\pi \cdot \sigma \cdot \sigma_V \cdot \Phi(z\delta / \sigma)}, \quad u \geq 0$$

que, reparametrizada com a utilização das variáveis μ_* e σ_*^2 , definidas pelas equações seguintes (8a) e (8b):

$$\mu_* = \frac{\sigma_V^2 z\delta - \sigma^2 e}{\sigma_V^2 + \sigma^2} \quad (8a)$$

e

$$\sigma_*^2 = \frac{\sigma_V^2 \sigma^2}{\sigma_V^2 + \sigma^2}, \quad (8b)$$

dá-nos:

$$f_{E,U}(e, u) = \frac{\exp\{-\frac{1}{2} [(u - \mu_*)^2 / \sigma_*^2] + (e^2 / \sigma_V^2) + (z\delta / \sigma)^2 - (\mu_* / \sigma_*)^2\}}{2\pi \cdot \sigma \cdot \sigma_V \cdot \Phi(z\delta / \sigma)} \quad (9a)$$

ou, alternativamente, utilizando-se as mesmas variáveis (8a) e (8b) na última fração do numerador da equação (9a), obtemos:

$$f_{E,U}(e, u) = \frac{\exp\{-\frac{1}{2} [(u - \mu_*)^2 / \sigma_*^2] + [(e + z\delta)^2 / (\sigma_V^2 + \sigma^2)]\}}{2\pi \cdot \sigma \cdot \sigma_V \cdot \Phi(z\delta / \sigma)} \quad (9b)$$

Por sua vez, a função densidade para $E = v - u$, com a utilização de (9a), é dada pela equação⁵³:

$$f_E(e) = \frac{\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{e^2}{\sigma_v^2}\right) + \left(\frac{z\delta}{\sigma}\right)^2 - \left(\frac{\mu}{\sigma}\right)^2\right]}{\sqrt{2\pi}\sigma_v\sigma\Phi(z\delta/\sigma)} \int_0^\infty \frac{\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{u-\mu}{\sigma}\right)^2 / \sigma^2\right]}{\sqrt{2\pi}} du$$

$$f_E(e) = \frac{\exp\left[-\frac{1}{2}\left[\left(\frac{e^2}{\sigma_v^2}\right) + \left(\frac{z\delta}{\sigma}\right)^2 - \left(\frac{\mu}{\sigma}\right)^2\right]\right]}{\sqrt{2\pi(\sigma^2 + \sigma_v^2)} \cdot [\Phi(z\delta/\sigma) / \Phi(\mu/\sigma)]}, \quad (10a)$$

ou, alternativamente, utilizando-se as variáveis (8a) e (8b) na última fração do numerador:

BCME - BIBLIOTECA

$$f_E(e) = \frac{\exp\left[-\frac{1}{2}\left[\left(\frac{e+z\delta}{\sigma}\right)^2 / (\sigma_v^2 + \sigma^2)\right]\right]}{\sqrt{2\pi(\sigma^2 + \sigma_v^2)} \cdot [\Phi(z\delta/\sigma) / \Phi(\mu/\sigma)]}, \quad (10b)$$

A função densidade condicionada⁵⁴ para u dado $E = e$, com a utilização das equações (9b) e (10a) é então:

$$f_{u|E=e}(u) = \frac{\exp\left[-\frac{1}{2}\left[\left(\frac{u-\mu}{\sigma}\right)^2 / \sigma^2\right]\right]}{\sqrt{2\pi}\sigma\Phi(\mu/\sigma)}, \quad u \geq 0 \quad (11)$$

A função densidade para o valor da produção, y_{it} , da equação (1) com a utilização da equação (10b) pode ser exposta como segue:

$$f_{y_{it}}(y_{it}) = \frac{\exp\left[-\frac{1}{2}\left[\frac{(y_{it} - x_{it}\beta + z_{it}\delta)^2}{\sigma_v^2 + \sigma^2}\right]\right]}{\sqrt{2\pi(\sigma^2 + \sigma_v^2)} \cdot [\varphi(d_{it}) / \varphi(d_{it}^*)]} \quad (12)$$

⁵³ Teorema: Se X e Y são variáveis aleatórias independentes e contínuas com *f.d.p.* g e h , respectivamente, e $Z=X+Y$ com *f.d.p.* s , então $s(z) = \int_{-\infty}^{\infty} g(w) \cdot h(z-w)dw$, onde $w = X$.

⁵⁴ Definição: Seja (X, Y) uma variável aleatória bidimensional com *f.d.p.* conjunta f , e g e h são as *f.d.p.* marginais de X e Y , respectivamente, define-se a *f.d.p.* de X condicionada a um $Y=y$ é dada por $g(x|y) = \frac{f(x,y)}{h(y)}$, com $h(y) > 0$.

onde:

$$d_{it} = z_{it} \delta / \sigma,$$

$$d_{it}^* = \mu_{it}^* / \sigma, e$$

$$\mu_{it}^* = [\sigma_v^2 z_{it} \delta - \sigma^2 (y_{it} - x_{it} \beta)] / (\sigma_v^2 + \sigma^2).$$

Dado que há T_i observações da i -ésima firma, onde $1 = T_i = T$, e $Y_i = (Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{iT})'$ representa o vetor da T_i valores da produção na equação (2), então o logaritmo da função de máxima verossimilhança de uma amostra de observações $Y_i = (Y'_{i1}, Y'_{i2}, \dots, Y'_{iT})$ é dada pela equação:

$$\begin{aligned} L^*(\theta^*, y) = & -\frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^N T_i \right) \cdot [\ln 2\pi + \ln(\sigma_v^2 + \sigma^2)] = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} [y_{it} - x_{it} \beta + z_{it} \delta]^2 \\ & - \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} [\ln \Phi(d_{it}) - \ln \Phi(d_{it}^*)] \end{aligned} \quad (13)$$

onde $\theta^* = (\beta', \delta', \sigma_v^2, \sigma^2)'$.

Usando a reparametrização do modelo com a utilização dos parâmetros $\sigma_s^2 = \sigma_v^2 + \sigma^2$ e $\gamma_{it} = \sigma^2 / \sigma_s^2$, o logaritmo da função de máxima verossimilhança é expresso pela equação (14) seguinte:

$$\begin{aligned} L^*(\theta^*; y) = & -\frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^N T_i \right) (\ln 2\pi + \ln \sigma_s^2) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} [(y_{it} - x_{it} \beta + z_{it} \delta)^2 / \sigma_s^2] \\ & - \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} [\ln \Phi(d_{it}) - \ln \Phi(d_{it}^*)], \end{aligned} \quad (14)$$

onde,

$$d_{it} = z_{it} \delta / (\delta \sigma_s^2)^{\frac{1}{2}}, \quad (15)$$

$$d_{it}^* = \mu_{it}^* / [\gamma(1-\gamma)\sigma_s^2]^{\frac{1}{2}}, \quad (16)$$

$$\mu_{it}^* = (1-\gamma)z_{it}\delta - \gamma(y_{it} - x_{it}\beta), \quad (17)$$

$$\sigma_s = [\gamma(1-\gamma)\sigma_s^2]^{\frac{1}{2}}, e \quad (18)$$

$$\theta = (\beta', \sigma', \sigma_s^2, \gamma)'$$

As derivadas parciais do logaritmo da função de máxima verossimilhança acima em relação aos seus parâmetros são dadas pelas equações:

$$\frac{\partial L^*}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} \left[\frac{(y_{it} - x_{it}\beta + z_{it}\delta)}{\sigma_S^2} + \frac{\phi(d_{it}^*)}{\Phi(d_{it}^*)} \frac{\gamma}{\sigma} \right] \cdot x_{it},$$

$$\frac{\partial L^*}{\partial \delta} = - \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \left\{ \frac{(y_{it} - x_{it}\beta + z_{it}\delta)}{\sigma_S^2} + \left[\frac{\phi(d_{it})}{\Phi(d_{it})} \cdot \frac{1}{(\gamma\sigma_S^2)^{\frac{1}{2}}} - \frac{\phi(d_{it}^*)}{\Phi(d_{it}^*)} \cdot \frac{(1-\gamma)}{\sigma} \right] \right\} \cdot z_{it};$$

$$\frac{\partial L^*}{\partial \sigma_S^2} = - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sigma_S^2} \cdot \left\{ \left(\sum_{i=1}^N T_i \right) - \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} \left[\frac{\phi(d_{it})}{\Phi(d_{it})} d_{it} - \frac{\phi(d_{it}^*)}{\Phi(d_{it}^*)} d_{it}^* \right] - \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} \frac{(y_{it} - x_{it}\beta + z_{it}\delta)}{\sigma_S^2} \right\};$$

$$\frac{\partial L^*}{\partial \gamma} = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} \left\{ \frac{\phi(d_{it})}{\Phi(d_{it})} \cdot \frac{d_{it}}{2\gamma} + \frac{\phi(d_{it}^*)}{\Phi(d_{it}^*)} \left[\frac{(y_{it} - x_{it}\beta + z_{it}\delta)}{\sigma} + \frac{d_{it}^*(1-2\gamma)}{2\gamma(1-\gamma)\sigma^2} \right] \right\}$$

onde $\phi(\bullet)$ representa a função de densidade da variável aleatória normal padrão.


Os estimadores são obtidos igualando-se a zero as equações de verossimilhança acima e resolvendo-se o sistema de equações simultâneas daí resultante. Com este objetivo, G. E. Battese e T. J. Coelli do Departamento de Econometria da University of New England, Amidale, Austrália, desenvolveram os programas FRONTIER 2.0 e, posteriormente, 4.0, sendo este último o aplicado no presente trabalho.

BIBLIOGRAFIA

1. AFONSO, J. R. *Descentralização fiscal na América Latina: estudo de caso do Brasil*, Rio de Janeiro: CEPAL/cepp, p. 71, 1994 (Relatório de pesquisa, 4).
2. _____. *Municípios, arrecadação e administração tributária: quebrando tabus*, Rio de Janeiro: Revista do BNDES, v.10, p.3-36, dezembro de 1998.
3. AFRIAT.,S. N. Efficiency Estimation of Production functions. *International Economic Review* 13, n.º 3, outubro de 1972, p. 568-598.
4. AIGNER, D. J. e CHU, D. J (1968) On estimating the industry production function models. *American Economic Review* 58, n.º 4, p. 826-839.
5. AIGNER, D. J, LOVELL, C. A. K. SCHMIDT, P. (1977) Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics* 6, p. 21-37.
6. BATTESE, G. E (1992) Frontier production functions and technical efficiency: A survey of empirical applications in agricultural economics. *Agricultural Economics* 7, p. 185-208.
7. BATTESE, G. E. e COELLI, T. J. (1988) Prediction on firm-level technical efficiencies: With a generalized frontier production function and panel data. *Journal of Econometrics* 38, p. 387-399.
8. _____. (1992) Frontier production functions, technical efficiency and panel data with application to paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis* 3, p. 153-169.
9. _____. (1993) A stochastic frontier production function incorporating a model for technical inefficiency effects. *Working Papers in Econometrics and Applied Statistics* n.º 69, Department of Econometrics. University of New England. Armidale, p. 22.
10. _____. (1995) A model for technical efficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics* 20, p. 325-332.
11. BATTESE, G. E, COELLI, T. J. e COLBY, T. C. (1989) Estimation of frontier production functions and efficiencies of Indian farms using panel data from ICRISAT's Village Level studies. *Journal of Quantitative Economics* 5, p. 327-348.

12. BATTESE, G. E. e CORRA, G. S. (1977) Estimation of a production frontier model: with application to the Pastoral Zone of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics* 21:169-179.
13. _____. Frontier production function and efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics. *Agricultural Economics*, v. 7, p. 185-208, 1992.
14. BAUER, P. W. (1990) Recent developments in the econometric estimation of frontiers. *Journal of Econometrics* 46:39-56.
15. COSSÍO, F. A. B. Disparidades econômicas inter-regionais, capacidade tributária e gasto público no federalismo brasileiro. 21.º Prêmio BNDES de Economia. Rio de Janeiro, 1998.
16. COSSÍO, F. A. B. e REIS, E. J. Capacidade tributária dos estados brasileiros. *Economia Brasileira em Perspectiva*, v. 2. Rio de Janeiro: IPEA, 1996.
17. COELLI, T. J. (1992) A computer program for frontier production function estimation: FRONTIER Version 2.0. *Economic Letters* 39:29-32.
18. _____. (1993) Finite sample properties of stochastic frontier estimators and statistics. Working papers in Econometrics and Applied Statistics n.º 70. Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
19. _____. (1995) Estimators and hypothesis tests for a stochastic: A Monte Carlo analysis. *Journal of Productivity Analysis* 6, p. 247-268.
20. FARE, R. e LOVELL, C. A. K. (1978). Measuring the technical efficiency. *Journal of Economic Theory*, 19, n.º 01, outubro.
21. FARREL, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society A* 120, part 3, p. 253-281.
22. FARREL, M. J. e FIELDHOUSE, M. (1962). Estimating Efficient Production under Increasing Returns to Scale. *Journal of the Royal Statistical Society A* 125, part 2, p. 252-267.
23. FØRSUND, F. R., LOVELL, C. A. K. e SCHIMIDT, P. (1980) A survey of frontier production functions and their relationship to efficiency measurement. *Journal of Econometrics* 13, p. 5-25.
24. FØRSUND, F. R. e HJALMARSSON, L. (1974). On the measurement of productive efficiency. *Swedish Journal of Economics* 76, p. 141-154.

25. _____. (1979a) Frontier production functions and the technical progress: A study of general milk processing in Swedish dairy plants. *Econometrics* 47, n.º 4, july, p. 883-900.
26. FØRSUND, F. R. e L, HJALMARSSON (1979b). Generalized Farrel measures of efficiency: A application to milk processing in Swedish dairy plants. *Economic Journal*. Mimeo.
27. GABRIELSON, A. (1975) On estimating efficient production function , Working Paper n.º A-85 (Michelsen Institute, Department of Humanities and Social Sciences, Bergen, Norway).
28. GREENE W. H. (1993) The econometric approach to efficiency analysis. In: Fried HO, Lovell C. A. K., SCHMIDT, S. S. (Eds) *The measurement of productive efficiency: Techniques and applications*. Oxford University Press New York 68-119.
29. HIMMELBLAU, D. M. (1972) *Applied non-linear programming*. McGraw-Hill, New York. BCME - BIBLIOTECA
30. HUANG, C. J. e LIU, J. T. (1994) Estimation of a non-neutral stochastic frontier production function. *Journal of Productivity Analysis* 5, p. 171-180.
31. HUGHS, M. D. (1988) A stochastic frontier cost function for residential child care provision. *Journal of Applied Econometrics* 3, p. 203-214.
32. JONDROW, J., LOVELL, CAK., MATEROV, I. S. e SCHMIDT, P (1982) On estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. *Journal of Econometrics* 19, p. 233-238.
33. JAU L, J. e YOTOPOULO, P. A. (1971). A test for relative efficiency and application to Indian agriculture. *American economic Review*, 61, n.º 1, p. 94-109.
34. LEE, L. F. (1993) Asymptotic distribution for the maximum likelihood estimator for a stochastic frontier function model with a singular information matrix. *Econometric Theory* 9, p. 413-430.
35. KALIRAJAN, K. (1981) An econometric analysis of yield variability in paddy production. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 29:283-294.
36. KUMBHAKAR, S. C., GHOSH, S. e MCGUCKIN, J. T. (1991) A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in US dairy farms. *Journal of Business and Economic Statistics* 9, p. 279-286.

37. MEEUSEN W, VAN DEN BROECK, J. (1977) Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review* 18:435-444.
38. OLSON, J. A., SCHMIDT, P, e WALDMAN, D. M. (1980). A Monte Carlo study of Estimators of stochastic frontier production functions. *Journal of Econometrics*.
39. PITT, M. M. e LEE, M. F. (1981) The measurement and sources of technical inefficiency in the Indonesian weaving industry. *Journal of Development Economics* 9, p. 43-64.
40. REIFSCHNEIDER, D. e STEVENSON, R. (1991) Systematic departures from the frontier: A framework for the analysis of firm inefficiency. *International Economic Review* 32, p. 715-723.
41. RICHMOND, J. (1974). Estimating the efficiency of production. *International Economic Review* 2, june, p. 515-521. 
42. SCHMIDT, P. (1976) On the statistical estimation of parametric frontier production functions: Rejoinder. *Review of Economics and Statistics* 58, p.238-239.
43. _____. (1986) Frontier production functions. *Econometric Review* 4, p. 289-328.
44. SCHMIDT, P e LOVELL, C. A. K (1979) Estimating technical and allocative Inefficiency relative to stochastic production and cost frontiers. *Journal of Econometrics* 9, p. 343-366.
45. STEVENSON, R. F (1980) Likelihood functions for generalized stochastic frontier estimation. *Journal of Econometrics* 13, p. 57-66.
46. TIMMER, C. P. (1971). Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency. *Journal of Political Economy* 79, n.º 4, july, p. 776-794.
47. TODA, Y. (1977). Substitutability and price distorcion in the demand for factors of production: Na empirical estimation. *Applied Economics* 9, n.º 2, p. 203-217.
48. VARSANO, R. A evolução do sistema tributário brasileiro ao longo do século: anotações e reflexões para futuras reformas. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 27, n.º 1, abril de 1997, IPEA, Rio de Janeiro.
49. VARSANO, R., PESSOA, SILVA, AFONSO, ARAUJO e RAMUNDO. Uma análise da carga tributária do Brasil. *Texto para Discussão* n.º 583, agosto de 1998, IPEA, Rio de Janeiro.