

**EFICIÊNCIA NA ARRECAÇÃO TRIBUTÁRIA DOS ESTADOS BRASILEIROS:  
UMA ANÁLISE UTILIZANDO A METODOLOGIA POR ENVOLTÓRIA DE DADOS  
(DEA) E ÍNDICE *MALMQUIST***

**EFFICIENCY IN TAX COLLECTION OF BRAZILIAN STATES: AN ANALYSIS  
USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) AND MALMQUIST INDEX**

Antonia Wigna de Almeida Ribeiro<sup>1</sup>

Rodolfo Ferreira Ribeiro da Costa<sup>2</sup>

**RESUMO**

O presente estudo avalia a eficiência na arrecadação tributária dos Estados brasileiros, bem como a produtividade total das unidades federativas brasileiras. A amostra conta com as 27 unidades federativas brasileiras, analisadas nos períodos de 2004 e 2009. Para tanto, a análise foi dividida em duas etapas: na primeira, utilizou-se a Análise Envoltória de Dados – DEA, empregando o modelo DEA-BCC, considerando retornos variáveis de escalas e verificando a eficiência nos dois períodos analisados; na segunda aplicou-se o índice de *Malmquist* a fim de captar o efeito na produtividade após a implantação da NF-e. Os resultados apresentam os Estados tecnicamente eficientes ao longo do tempo: Acre, Roraima, São Paulo e Distrito Federal; os que superaram seus *scores*: Pará e Mato Grosso do Sul; os demais apresentam uma queda na eficiência arrecadatória de um período para outro. Quanto ao fator de produtividade total, em sua maioria os Estados apresentam índices indicativos de progresso, com exceção dos Estados de Sergipe, Tocantins, Pernambuco e Maranhão, com índices inferiores a 1.

**Palavras-chaves:** Eficiência arrecadatória; DEA; Índice de *Malmquist*; NF-e.

**ABSTRACT**

This study evaluates the efficiency in the tax collection of Brazilian states, as well as the total productivity of the federative Brazilian units. The statistical sample includes the 27 Brazilian states analyzed during 2004 and 2009. The analysis was divided into two stages: for the first one it was used the data envelopment analysis - DEA, using the DEA-BCC model, considering returns scales variables and verifying the efficiency in both periods analyzed; the second one the Malmquist index is applied to capture the effect of the productivity after the implementation of NF-e. Results show the states technically efficient over the time: Acre, Roraima, São Paulo and the Federal District; those which overcame their scores: Pará and Mato Grosso do Sul; the other ones have a drop in tax revenue efficiency from one period to another. In terms of total factor productivity, most states have shown progress rates. The exception are the states of Sergipe, Tocantins, Pernambuco and Maranhão, where the rates are less than 1.

**Keywords:** Tax collection efficiency; DEA; Malmquist index; NF-e.

<sup>1</sup>Doutoranda do Curso de Doutorado em Administração da UNP. Av. Sen. Salgado Filho, 3000 - Lagoa Nova, Natal - RN, 59078-970. *email* wignna@hotmail.com

<sup>2</sup>Doutor em Economia pelo CAEN/UFC e Pós Doutor pela UFRN

## 1. INTRODUÇÃO

A literatura brasileira apresenta uma diversidade de trabalhos cuja finalidade tem sido mensurar a eficiência nos gastos públicos<sup>1</sup>. No entanto, poucos procuraram verificar a eficiência na arrecadação tributária, tema este alvo de interesse dos administradores tributários que vêm atuando num contexto de descentralização fiscal.

A relevância desse tipo de estudo se dá por diversas questões. Por um lado, há o questionamento das transferências governamentais que gera discussão entre pesquisadores quanto aos esforços na busca de elevar seus potenciais de arrecadação. Por outro lado, remete-se a um contexto histórico que mostra o Brasil, a partir da década de 90, num cenário de consideráveis mudanças: acréscimos de recursos das transferências constitucionais implementadas pelo governo federal; o estabelecimento de novas condições de pagamento<sup>2</sup> de Estados e municípios; além disso, com a introdução do Plano Real os governos tiveram perdas de receitas inflacionárias, o que gerou uma crise financeira e obrigou o governo federal a intervir com mais um programa de reestruturação financeira, posto em prática sob certas condições rígidas denominadas de Programa de Ajustamento Fiscal (VASCONCELOS *et al*, 2006).

Diante disso, alguns pesquisadores vêm explorando o assunto de forma a verificar com qual eficiência vêm sendo empregados os recursos públicos na geração de receitas. Entre os estudiosos, estão Souza Jr. e Gasparini (2006) que procuraram medir a eficiência dos Estados brasileiros na arrecadação de suas próprias receitas. Para tanto, fizeram uso da metodologia Análise de Envoltória de Dados (DEA), considerando retornos variáveis de escala – BCC. Os resultados obtidos a partir dessa análise mostraram que, no geral, os Estados apresentaram um equilíbrio no tocante à eficiência na arrecadação, mesmo a região onde todos os Estados foram considerados ineficientes, ainda assim, esta se apresenta com bom desempenho, uma vez que a diferença entre o Estado com pior colocação no *rank* em relação à fronteira de eficiência não chega a 1%.

Contudo, tal cenário dá espaço a questionamentos no momento em que os autores fazem menção ao montante das receitas não arrecadas no período, cuja soma supera o valor de R\$ **139**

---

<sup>1</sup>Ver Costa *et al* (2014); Gasparini e Miranda (2011); Marinho *et al* (2004); Faria *et al* (2008); Peña (2009); Souza jr. e Gasparini (2006); Zoghbi *et al* (2011) entre outros.

<sup>2</sup> Vasconcelos *et al* (2006) cita a inclusão de impostos federais (impostos únicos) na base de cálculo do ICMS, fato que traria benefícios aos Estados e municípios.

**milhões.** Essa perda aconteceria, dentre outros motivos, pela prática da evasão fiscal existente devido a fatores como a informalidade, dificuldade na fiscalização, fraudes etc. Assim, a fim de coagir a essas práticas, as esferas governamentais vêm buscando alternativas para incentivar à formalidade nas negociações, como é o caso da criação do Micro Empreendedor Individual (MEI) e a imposição de condições de operacionalização, o já que vem acontecendo desde o ano de 2005 com a instituição do sistema de emissão de documento fiscal: a Nota Fiscal Eletrônica (NF-e).

Nesse contexto, perceber-se a mudança de cenário ocorrida logo após a realização do trabalho desenvolvido por Souza Jr. e Gasparini (2006), para o período de 2002, no qual a administração pública introduz novas ferramentas de gestão cujas propostas visam, entre outros, um aumento nas receitas de arrecadação, o que conseqüentemente reduziria o volume de perdas tributárias.

Sendo assim, o presente artigo pretende fazer uma extensão das análises feitas por Souza Jr. e Gasparini (2006), de forma a verificar a eficiência na arrecadação dos Estados brasileiros a partir da implantação da NF-e. Para tanto, este trabalho fará uso da Análise Envoltória de Dados – DEA, considerando retornos variáveis de escala, dadas as diferenças socioeconômicas das unidades. Por fim, para captar o efeito a partir da inclusão de uma política fiscal, aplicar-se-á o Índice de *Malmquist*.

Além desta, o artigo conta com mais quatro seções: revisão de literatura, onde se buscou fazer um levantamento dos estudos que utilizaram a metodologia DEA na avaliação da Administração Pública; a terceira trata da metodologia aplicada nesta pesquisa; a quarta mostra os resultados e suas respectivas análises e, por fim, na quinta estão as conclusões.

## **2. DEA COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA NO ÂMBITO DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA BRASILEIRA.**

A metodologia DEA vem sendo utilizada por diversos pesquisadores no estudo do desempenho da administração pública. Um exemplo disso é a pesquisa realizada por Marinho *et al.* (2004) que utilizou a DEA, a fim de estimar as medidas de eficiência técnica dos Estados brasileiros na geração de bem-estar num dado período. Os resultados identificaram os Estados que conseguiram reduzir de forma significativa a desigualdade de renda, bem como aqueles que se apresentaram como mais eficientes na geração de bem-estar.

Outro estudo foi feito com o objetivo de analisar a relação existente entre os gastos públicos com educação, cultura, saúde e saneamento e os indicadores da condição de vida. A Análise da eficiência dos gastos com saúde e educação nos municípios do Estado do Rio de Janeiro apontou como boas as práticas quanto à eficiência das políticas públicas (FARIA *et. al.* 2008).

Benegas e Silva (2014) destacam fortemente a relevância desses estudos na área da saúde pública ancorados na justificativa de que tais serviços são essenciais ao bem-estar social e contribuem com o crescimento econômico de longo prazo. Afirmam também que o Brasil apresenta indicadores de saúde que estão aquém de países cujas condições socioeconômicas são semelhantes às suas. Apontam um dos princípios do SUS: ser eficiente e eficaz, como fator motivador para realização de estudos de eficiência na área da saúde. Neste sentido, buscaram avaliar a eficiência técnica do gasto público em saúde entre os Estados brasileiros, utilizando para tal, os modelos DEA-CCR (Charnes, Cooper e Rhodes) e DEA-BCC (Banker, Charnes e Cooper).

Costa *et al.* (2014), também na área da saúde, utilizaram a DEA com o objetivo de avaliar a eficiência dos estados brasileiros no sistema público de transplante renal, bem como a mudança de produtividade dos mesmos entre os períodos de 2006 e 2011 dadas as mudanças institucionais promovidas pelo Ministério da Saúde. Utilizando o Modelo DEA-SBM (*Slacks Based Measure*) e Método de *Malmquist* - DEA com folgas, identificaram a ineficiência no sistema que pode estar relacionada a fatores como má gestão, não seguimento de regras, comissões intra-hospitalares não ativas e equipes hospitalares sobrecarregadas. Além disso, não foi identificado aumento de produtividade com a adesão das mudanças propostas na maioria dos estados.

Gasparini e Miranda (2011) realizaram um estudo no qual se buscou avaliar a equidade na prestação de serviços públicos e as eficiências dos gastos e da arrecadação nos municípios brasileiros. Isso possibilitou avaliar a distribuição do Fundo de Participação dos Municípios (FPM), bem como chegar a uma função de transferência redistributiva ótima. Fazendo uso do modelo DEA-BCC, ressaltam a relevância da sua utilização na análise da eficiência no setor público. Para eles, trata-se de um modelo flexível e totalmente adequado.

### 3. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS – DEA

A mensuração da eficiência pode ser realizada por métodos paramétricos, que depende de uma forma funcional padrão e por isso acaba por afetar os escores de eficiência; e por métodos não paramétricos, onde se assume a convexidade, ou seja, há diferentes rendimentos de escala.

O modelo DEA foi proposto por Charnes *et al.* (1978)<sup>3</sup> e consiste na utilização de métodos não paramétricos de programação linear para a construção de fronteiras de eficiência. Através dele é possível estimar medidas de eficiência técnica para cada unidade tomadora de decisão – DMU (*Decision Making Unit*). Essa medida de eficiência varia entre 0 e 1 e segue uma análise que tanto pode ser orientada a *input*, quando a intenção é minimizar custos, quanto a *output*, caso o interesse esteja em maximizar o produto (COOPER *et al.*, 2007).

Dessa forma, a mensuração da eficiência de uma unidade (DMU)  $k$  pode ser estabelecida através da razão:

$$h_k = \frac{\sum_{i=1}^m u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^n v_j x_{jk}} \quad (1)$$

onde  $h_k$  é a eficiência mensurada para a unidade  $k$  que está sendo avaliada;  $u_i$  e  $v_j$  representam os pesos;  $y_{ik}$  é o vetor de produtos obtidos e  $x_{jk}$  é o vetor de insumos durante um período de tempo.

Há dois modelos clássicos utilizados na análise da eficiência em um determinado período: o CCR e o BCC. O primeiro, desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), pressupõe retornos constantes de escala; e o segundo proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984), que assume retornos variáveis de escala.

#### 3.1 Modelos DEA-CCR e DEA-BCC

Denominada Charnes, Cooper e Rhodes (CCR), esta foi a primeira formatação para o método DEA. O modelo pressupõe retornos constantes de escala e sua tecnologia possui um

<sup>3</sup>Charnes *et al.* (1978) propuseram o modelo DEA com base no artigo seminal de Farrell (1957).

conjunto de restrições que permite a construção de uma fronteira tecnológica capaz de representar a melhor combinação de insumos para geração de produtos.

Assim, para avaliar a eficiência produtiva de cada unidade, através da razão entre nível de produtos obtidos e insumos utilizados, é necessário considerar a existência de  $k = 1, 2, \dots, K$  unidades (DMU) que estão sendo avaliadas, que combinam  $j = 1, 2, \dots, N$  insumos  $x_{jk}$  para produzir  $i = 1, 2, \dots, M$  produtos  $y_{ik}$  gerados pela DMU, sendo  $x_{jk} \geq 0$  e  $y_{ik} \geq 0$ .

A forma fracionária apresentada na equação 1 possui um número infinito de soluções. No entanto, a inclusão de um conjunto de restrições garante que esta razão seja menor ou igual a um, possibilitando ainda uma única solução.

A medida de eficiência técnica pode ser obtida a partir da resolução do seguinte problema de programação linear:

$$\text{Max } \sum_{i=1}^m u_i y_{ik} \quad (2)$$

$$\text{sujeito a : } \begin{cases} \sum_{i=1}^m u_i y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j x_{jk} \leq 0 \\ x_{jk} \geq 0 \\ y_{ik} \geq 0 \end{cases}$$

Porém, se as unidades não operam com retornos constantes de escalas, os resultados obtidos a partir dessa resolução podem sair distorcidos. Neste sentido, Banker, Charnes e Cooper (1984) desenvolveram a versão BCC que relaxou a hipótese de rendimentos constantes de escala, adicionando ao problema de programação linear mais uma restrição, cuja inclusão caracteriza a presença de retornos variáveis de escala, considerando assim os ganhos e perdas de escala:

$$\text{Max } \sum_{i=1}^m u_i y_{ik} \quad (3)$$

$$\text{sujeito a: } \begin{cases} \sum_{j=1}^n v_j x_{jk} = 1 \\ \sum_{i=1}^m u_i y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j x_{jk} \leq 0 \\ x_{jk} \geq 0 \\ y_{ik} \geq 0 \end{cases}$$

### 3.2 Índice de *Malmquist*

Há a possibilidade de analisar a eficiência em dois períodos. Através da utilização do Índice de *Malmquist*, é possível medir a mudança na produtividade dos fatores de produção. Há dois conceitos essenciais na definição desse índice: o Emparelhamento (*catch-up effect*), que indica o quanto uma DMU melhorou ou piorou de um período para outro. Então, se o efeito do emparelhamento for maior do que a unidade implica dizer que a eficiência entre os períodos melhorou; se for igual a um, não houve mudança; caso seja menor do que um, indica uma piora. Esse efeito é captado pela seguinte razão:

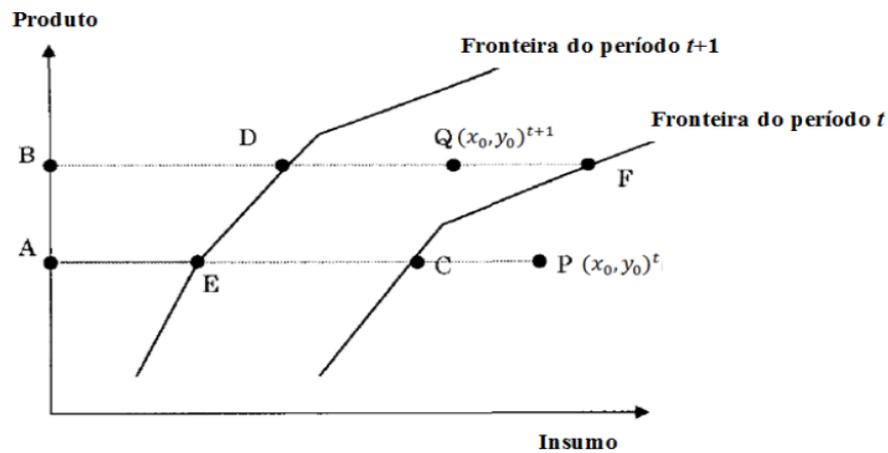
$$\text{Emparelhamento} = \frac{\text{Eficiência de } (x_0, y_0)^{t+1} \text{ em relação à fronteira do período } t+1}{\text{Eficiência de } (x_0, y_0)^t \text{ em relação à fronteira do período } t} \quad (4)$$

Onde as notações  $(x_0, y_0)^t$  e  $(x_0, y_0)^{t+1}$  referem-se ao primeiro e segundo período, ou seja,  $t$  e  $t+1$ , designando a DMU em análise.

O segundo conceito é o Deslocamento da fronteira eficiente (*frontier-shift effect*), que indica um deslocamento na fronteira que pode estar relacionado a uma mudança tecnológica. (FERREIRA e GOMES, 2009).

O efeito pode ser observado a partir da Figura 1.

Figura 1 – Fronteira de Eficiência para os períodos  $t$  e  $t+1$



Fonte: Carvalho (2014, p. 53)

Assim, as medidas do deslocamento da fronteira estão relacionadas às eficiências técnicas. Estas podem ser medidas pelas seguintes razões:

$$\varnothing_1 = \frac{\frac{AC}{AP}}{\frac{AE}{AP}} = \frac{\text{Eficiência de } (x_0, y_0)^t \text{ em relação à fronteira do período } t}{\text{Eficiência de } (x_0, y_0)^t \text{ em relação à fronteira do período } t+1} \quad (5)$$

$$\varnothing_2 = \frac{\frac{BF}{BQ}}{\frac{BD}{BQ}} = \frac{\text{Eficiência de } (x_0, y_0)^{t+1} \text{ em relação à fronteira do período } t}{\text{Eficiência de } (x_0, y_0)^{t+1} \text{ em relação à fronteira do período } t+1} \quad (6)$$

Considerando  $\varnothing_1$  e  $\varnothing_2$ , é possível definir o efeito do deslocamento da fronteira ( $\varphi$ ) por meio da média geométrica entre esses valores:

$$\varphi = \sqrt{\varnothing_1 \varnothing_2} \quad (7)$$

Dessa forma,  $\varphi > 1$ , indica progresso tecnológico no período  $t+1$  em relação ao período  $t$  em torno da DMU;  $\varphi = 1$ , não houve mudança tecnológica e  $\varphi < 1$  indica retrocesso da fronteira tecnológica.

Uma vez calculados os efeitos de emparelhamento e deslocamento da fronteira, é possível calcular o índice de *Malmquist* que resulta do produto entre tais efeitos:

$$\text{Malmquist} = \frac{AP}{BQ} \sqrt{\frac{BF}{AC} \frac{BD}{AE}} \quad (8)$$

Como o índice de *Malmquist*,  $M_o$ , mede uma mudança na produtividade total de uma determinada DMU, ou Fator de Produtividade Total – FPT, sua interpretação é a seguinte:

$M_o > 1$ , houve progresso na produtividade da DMU ao longo do tempo;

$M_o = 1$ , não houve alteração na produtividade da DMU e

$M_o < 1$ , indica diminuição do fator de produtividade total da DMU entre os períodos  $t$  e  $t+1$ .

### 3.3 Estratégia empírica e descrição da amostra

O presente trabalho faz uso da Análise Envoltória de Dados – DEA, considerando Retornos Variáveis de Escala e orientação a produto, uma vez que a intenção está na avaliação da eficiência dos estados na geração de suas receitas. A amostra conta com os 26 Estados brasileiros e Distrito Federal nos períodos de 2004 e 2009.

A escolha do modelo se deve à disparidade existente entre as unidades federativas brasileiras, no que diz respeito às características sócio-econômicas de cada uma delas (GASPARINI e MIRANDA, 2011). Como o modelo BCC possibilita formar a fronteira de eficiência com as “melhores” unidades, é possível compará-las, ainda que distintas, conforme sua escala de produção (PEÑA, 2008).

O período de análise se justifica pelo seguinte fato: a partir do ano de 2005, deu-se início às discussões para a então implantação da NF-e como um projeto piloto, sem a abrangência de todos os Estados. Em 2007, abrangeu-se a obrigatoriedade para todo o país através do protocolo nº 88/2007, onde os Estados brasileiros acordaram em estabelecer a obrigatoriedade do seu uso a partir do mês de abril do ano de 2008 (PORTAL NF-e, 2014). Sendo assim, o primeiro período em análise se refere ao momento em que, até então, não se fazia uso da NF-e, ao passo de que no segundo, todas as unidades já haviam se tornado obrigadas à sua utilização.

Por último, como esta pesquisa visa analisar a eficiência a partir de uma mudança tecnológica, utilizou-se aqui o índice de *Malmquist* para captar a variação na produtividade das unidades em questão.

As variáveis utilizadas contam com três *inputs* e um *output*. Com base no trabalho desenvolvido por Souza Jr. e Gasparini (2006) foram escolhidas e coletadas como descritas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Output – Indicador de Arrecadação Tributária

<b>Sigla</b>	<b>Variável</b>	<b>Fonte</b>
RT	Receita tributária Própria Efetivamente Arrecadada	IPEA – 2004 e 2009

Tabela 2. Input – Indicadores da Base tributária

<b>Sigla</b>	<b>Variável</b>	<b>Fonte</b>
BI	Renda Total	IPEA – 2004 e 2009
BII	População Total	IPEA – 2004 e 2009
BII	Frota de Veículos	DENATRAN – 2004 e 2009

A primeira variável, RT, engloba todos os tributos de competência apenas dos estados: impostos, taxas e contribuição de melhoria. Na sequência, as variáveis BI, BII e BIII, representativas da base tributária, referem-se consecutivamente à Renda Total, captada pelo PIB *per capita*; População Total, que são estimativas das populações residentes nos municípios, já que não houve senso para os períodos em análise; e a Frota de Veículos que corresponde à quantidade de veículos com placas no Brasil.

Vale destacar que na pesquisa de Sousa Jr. e Gasparini (2006) foi utilizada a variável População Urbana e não População Total, como neste trabalho. No entanto, como não foi identificada justificativa para tal, utilizou-se aqui a População Total, entendendo ser esta mais coerente à finalidade deste artigo, pelo fato da população rural também proporcionar receitas aos Estados.

#### **4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Este trabalho se divide em duas etapas: mensuração da eficiência na arrecadação tributária dos Estados brasileiros e análise da variação da produtividade entre os períodos 2004 e 2009 das unidades em questão com a utilização do Índice de *Malmquist*.

Esta seção apresenta os resultados relativos à primeira etapa, obtidos a partir da utilização do programa *SolverPro7.0* como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Eficiência das Unidades

<b>Períodos</b>	<b>2004</b>	<b>2009</b>
<b>DMU</b>	<i>Score</i>	<i>Score</i>
<b>NORTE</b>	<b>0,8862*</b>	<b>0,7728*</b>
Acre	1,0000	1,0000
Amazona	1,0000	0,6681
Amapá	0,6916	1,0000
Pará	0,8882	0,4136
Rondônia	0,8237	0,7440
Roraima	1,0000	1,0000
Tocantins	0,8000	0,5840
<b>NORDESTE</b>	<b>0,8857*</b>	<b>0,7401*</b>
Alagoas	1,0000	1,0000
Bahia	1,0000	0,6582
Ceará	0,7330	0,5730
Maranhão	1,0000	1,0000
Paraíba	0,8187	0,6800
Pernambuco	0,8011	0,5195
Piauí	1,0000	1,0000
Rio Grande do Norte	0,8534	0,6960
Sergipe	0,7656	0,5350
<b>SUDESTE</b>	<b>0,9582*</b>	<b>0,8413*</b>
Espírito Santo	1,0000	0,9838
Minas Gerais	0,8331	0,6615
Rio de Janeiro	1,0000	0,7202
São Paulo	1,0000	1,0000
<b>SUL</b>	<b>0,752*</b>	<b>0,7139*</b>
Rio Grande do Sul	0,8002	0,7619
Santa Catarina	0,7749	0,7473
Paraná	0,6811	0,6327

Cont.

		<b>Cont.</b>
<b>CENTRO OESTE</b>	<b>0,9006*</b>	<b>0,8518*</b>
Distrito Federal	1,0000	1,0000
Goiás	0,7366	0,6603
Mato Grosso do Sul	0,9109	0,9716
Mato Grosso	0,9550	0,7756

\*Eficiência média regional

Diante dos resultados para o período de 2004, é possível observar de imediato o destaque da região sudeste cujo índice de eficiência alcança 0,9582, levando-a ao *rank* de melhor colocada em relação às demais regiões. Em contrapartida, vem a região sul, que além de apresentar o pior índice, ainda mostra que eficiência do estado do Rio Grande do Sul, melhor posicionado dentro desta região, é mais baixo que o Estado de Minas Gerais, que se apresenta como pior colocado na região sudeste, com índice de 0,8331, onde os demais estados apresentaram índices de eficiência satisfatórios, ou seja, iguais a 1.

Seguida do Sudeste, observa-se a região Centro-Oeste com eficiência de 0,9006, ocupando assim o segundo lugar no *rank*, no entanto apresenta o Estado de Goiás com um *déficit* de arrecadação cujo índice é de 0,7366. O Distrito Federal se mostrou eficiente na efetivação de suas receitas e os demais estados, apesar de não eficientes, apareceram com índices elevados de 0,9550 – Mato Grosso e 0,9109 – Mato Grosso do Sul, mostrando um desempenho relativamente bom. É importante destacar que esses últimos, obtiveram resultados superiores ao da média regional, o que significa uma significativa contribuição para o *rank* alcançado pela região Centro-Oeste, além da eficiência observada no Distrito Federal.

Por último as regiões Norte e Nordeste obtiveram resultados bem próximos, com índices de 0,8862 e 0,8857, respectivamente. Apresentaram-se com eficiência técnica máxima os Estados do Acre, Amazonas e Roraima, na região Norte. Já o Amapá apresentou um *déficit* de 0,6916, o que se traduz numa necessidade de aumentar as suas receitas em aproximadamente 30%; no Nordeste, foram eficientes os estados de Alagoas, Bahia, Maranhão e Piauí, sendo que os Estados do Ceará e Sergipe se mostraram ineficientes com *déficits* de 0,733 e 0,7656, na mesma sequência.

Assim, das 27 unidades apenas 11 mostraram eficiência relativa no período em análise no que tange ao esforço de conquistar suas próprias receitas, a saber: Acre, Amazonas, Roraima, Alagoas, Bahia, Maranhão, Piauí, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Distrito Federal.

Cabe aqui comentar que na análise feita por Souza Jr. e Gasparini (2006) para o período de 2002, esse número somava 12 unidades, sendo que permaneceram tecnicamente eficientes de 2002 para 2004 os Estados de Acre e Roraima, na região Norte; no Nordeste, apenas a Bahia; no Centro-Oeste, o Distrito Federal; no Sudeste, onde todos os estados haviam se mostrado eficientes, Minas Gerais apresentou uma queda e, portanto, não compõe a fronteira de eficiência, bem como nenhum dos estados da região Sul, a exemplo do que mostrou a pesquisa realizada por aqueles autores. Por outro lado, aqui passam a compor a fronteira os estados do Amazonas, Alagoas, Maranhão e Piauí, mostrando um avanço entre 2002 e 2004.

Já para o período de 2009, os dados obtidos mostram uma queda ainda maior no número de unidades eficientes, apenas 8. Como se pode observar na tabela 3, houve uma mudança na fronteira de eficiência neste período. O primeiro destaque desta análise vai para os Estados do Acre, Roraima, São Paulo e Distrito Federal, que permaneceram eficientes, ratificando desta forma sua eficiência relativa na arrecadação ao longo do tempo, ou seja, desde as análises de Souza jr. e Gasparini (2006) até o presente. Alagoas, Maranhão e Piauí permanecem eficientes de 2004 para 2009, bem como estado do Amapá, que superou o índice de 0,6916 em 2004 e passou a compor a fronteira de eficiência técnica para o período de 2009, com índice igual a 1. Outro fator relevante, como é perceptível, é de que no geral, todos os estados apresentaram *déficit* entre 2004 e 2009, com exceção daqueles que permaneceram na fronteira de eficiência, além dos Estados do Amapá e Mato Grosso do Sul, que no caso deste último, pode-se perceber um leve progresso em direção à fronteira. Vale destacar também que o Estado do Pará aparece com uma significativa queda de eficiência, com índice de 0,4136, o que configura uma redução de quase a metade em relação a 2004.

Em suma, no que se refere à eficiência das unidades, observa-se uma queda de seus índices de um período para outro. Porém, como também é objetivo desta pesquisa verificar o efeito na produtividade a partir de uma mudança, no caso, a inclusão de uma política fiscal, aqui se optou por utilizar o índice de *Malmquist*, calculado considerando retornos variáveis de escala e com orientação a *output*. Para este cálculo, considerou-se ainda as mesmas variáveis contidas nas tabelas 1 e 2, para os períodos de 2002 e 2004. Os resultados obtidos seguem na tabela 4.

Tabela 4 - Índice de *Malmquist* para 2004 => 2009 por Estado

<b>Unidade Federativa</b>	<b>Índice de <i>Malmquist</i></b>	<b><i>Catch-up</i></b>
<b>NORTE</b>	<b>1,2090*</b>	<b>0,8875*</b>
Acre	1,0707	1,0000
Amazona	1,3952	0,6681
Amapá	1,2031	1,4459
Pará	1,3980	0,4656
Rondônia	1,3222	0,9033
Roraima	1,2796	1,0000
Tocantins	0,7942	0,7300
<b>NORDESTE</b>	<b>1,0608*</b>	<b>0,8259*</b>
Alagoas	1,0848	1,0000
Bahia	1,1141	0,6582
Ceará	1,1194	0,7817
Maranhão	0,9721	0,9999
Paraíba	0,9166	0,8306
Pernambuco	1,3117	0,6485
Piauí	1,0346	1,0000
Rio Grande do Norte	1,2593	0,8155
Sergipe	0,7351	0,6988
<b>SUDESTE</b>	<b>2,5946*</b>	<b>0,8745*</b>
Espírito Santo	1,6354	0,9838
Minas Gerais	1,4252	0,7940
Rio de Janeiro	1,3728	0,7202
São Paulo	5,9450	1,0000
<b>SUL</b>	<b>1,5787*</b>	<b>0,9484*</b>
Rio Grande do Sul	1,5911	0,9521
Santa Catarina	1,5921	0,9643
Paraná	1,5530	0,9290
<b>CENTRO OESTE</b>	<b>1,5400*</b>	<b>0,9437*</b>
Distrito Federal	1,5092	1,0000
Goiás	1,5491	0,8963

Cont.

**Cont.**

Mato Grosso do Sul	1,7561	1,0666
Mato Grosso	1,3457	0,8121

\*Valores médios por região

Em média, os resultados indicam um aumento na produtividade total nas cinco regiões, dados os índices de *Malmquist* maior que 1. Individualmente, destaca-se São Paulo com o maior avanço, o índice de 5,945 indica um aumento de aproximadamente cinco vezes em sua produtividade. As exceções ficam por conta dos Estados do Norte e Nordeste com as unidades que apresentaram queda na produtividade, como é o caso de Tocantins (0,7942), Maranhão (0,9721), Paraíba (0,9166) e Sergipe (0,7351).

Comparando esses resultados com os do da tabela anterior, mais precisamente para o período de 2009, observa-se que o Estado do Maranhão se encontra na fronteira, no entanto, aqui apresentou uma queda na produtividade. Isso pode ser explicado pelo efeito *Catch-up* disposto na tabela 5, onde o Maranhão aparece com índice de 0,9999, como esse efeito relata o grau em que uma unidade melhora ou piora sua eficiência produtiva, esse resultado indica uma piora de 0,0001% na eficiência. Felizmente, trata-se de um percentual relativamente baixo. Quanto às demais unidades, os índices obtidos a partir do cálculo do efeito *Catch-up* mostram que, na região Norte, apenas o Amapá (1,4459) apresentou melhora na eficiência entre os períodos, já os demais estados, com a exceção do Acre e Roraima, que permaneceram inalterados, apresentaram uma piora. No Nordeste e Sudeste, não se identificou avanço em nenhum dos estados, apenas Alagoas, Piauí e São Paulo, cujos índices resultam em 1, não tiveram alterações em suas eficiências, os demais apresentaram queda, sendo que no Nordeste a situação é mais acentuada. A região Sul aparece com resultados cujos índices demonstram uma piora em todas as unidades, no entanto, essa queda de eficiência não chega a 1%. Já no Centro-oeste, o estado do Mato Grosso do Sul é o único a apresentar progresso.

Por fim, cabe discutir os resultados obtidos no tocante à produtividade total. O ganho adquirido pelos 23 Estados pode ser atribuído ao índice de mudança de escala de eficiência, o efeito *frontier-shift*. Conforme os resultados, com exceção de 2 estados, Amapá e Maranhão, todas as unidades apresentaram índices maior que 1, alguns deles bem significativos, como no caso de São Paulo (5,945) e Pará (3,0023), indicando dessa forma uma mudança positiva na fronteira de eficiência.

## 5. CONCLUSÃO

Dado o advento da Nota Fiscal Eletrônica, instituindo-a no ano de 2005, através do Ajuste SINIEF 07/05, com o intuito também de reduzir a sonegação fiscal e com isso aumentar a receita de arrecadação, este trabalho buscou verificar a eficiência na arrecadação tributária dos Estados Brasileiros e a mudança na produtividade a partir da implantação desta política.

Assim, no que se refere à primeira análise, constatou-se uma redução dos escores de eficiência relativa da arrecadação a partir do período de 2002, com a pesquisa de Souza Jr. e Gasparini (2006), até os resultados obtidos neste trabalho para os anos de 2004 e 2009. O que se percebe é que, com exceção dos estados do Pará e Mato Grosso do Sul, que apresentaram um aumento na eficiência, observa-se uma tendência de queda de eficiência de um período para outro. No entanto, vale destacar as unidades cujas eficiências se mantêm ao longo do tempo, são elas: Acre, Roraima, São Paulo e Distrito Federal.

No que se refere à produtividade, em média todas as regiões apresentaram resultados satisfatórios, com índice de *Malmquist* superior a 1. É destaque o estado de São Paulo, com índice 5,945, mostrando um avanço de aproximadamente 500% entre os períodos. Em sua maioria os Estados apresentam índices indicativos de progresso ao longo do tempo, a exceção fica por conta dos estados de Sergipe, Tocantins, Pernambuco e Maranhão cujos índices constam inferiores a 1, indicando uma diminuição do fator de produtividade desses estados.

Considerando o resultado decomposto percebe-se que o efeito *frontier-shift* teve peso significativo para os resultados favoráveis da produtividade total. A partir do cálculo, observam-se apenas dois, dos vinte e seis Estados e Distrito Federal, com índice menor que 1, Amapá (0,8321) e Maranhão (0,9722), resultado que leva a crer num efeito positivo a partir da implantação da NF-e, uma vez que os períodos analisados remetem ao período anterior e posterior à obrigatoriedade de sua utilização.

## REFERÊNCIAS

AJUSTE SINIEF 07/05. **Instituiu nacionalmente a Nota Fiscal Eletrônica e o Documento Auxiliar da Nota Fiscal Eletrônica – DANFE.** Disponível em: [http://www1.fazenda.gov.br/confaz/confaz/ajustes/2005/AJ\\_007\\_05.htm](http://www1.fazenda.gov.br/confaz/confaz/ajustes/2005/AJ_007_05.htm). Acesso: 17 mai. 2014.

BENEGAS, M; SILVA, F. G. F. da. Estimação da eficiência técnica do SUS nos estados brasileiros na presença de insumos não-discricionários. **Revista Brasileira de Economia**, v. 68, n. 2, p. 171-196, 2014.

CARVALHO, A.M.C. **Caminhos para a Universalidade dos Serviços de Água e Esgotos no Brasil**: a atuação das entidades reguladoras para indução da eficiência dos prestadores de serviço. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Natal, RN. 2014.

CHARNES, A., COOPER, W.W., e RHODES, R. (1978). Measuring efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2:429–444.

COOPER, W.W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software**. 2 ed. Springer, 2007. 490 p.

COSTA, C. K. F.; BALBINO NETO, G.; SAMPAIO, L. M. B. Eficiência dos estados brasileiros e do Distrito Federal no sistema público de transplante renal: uma análise usando método DEA (Análise Envoltória de Dados) e índice de *Malmquist*. **Rev. Cadernos de Saúde Pública**. 30(8): 1667-1679, 2014.

GASPARINI, C. E. MIRANDA, R.B. Transferências, Equidade e Eficiência Municipal no Brasil. **Rev. PPP**. nº 36, 2011.

MARINHO, E. SOARES, F. BENEGAS, M. Desigualdade de Renda e Eficiência Técnica na Geração de Bem-estar entre os Estados Brasileiros. **Rev. Bras. Econ.** Rio de Janeiro. Vol. 58, nº 4, 2004.

FARRELL, M.J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of The Statistical Society**, 120(3), p. 253-281. 1957.

FARIA, F. P.; JANNUZZI, P. M.; DA SILVA, S. J. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. **Rev. Adm. Pública**, vol. 42, nº 1. Rio de Janeiro, 2008.

PEÑA, C.R. Um Modelo de Avaliação da Eficiência da Administração Pública Através do Método Análise Envoltória de Dados (DEA). **Rev. RAC**. Curitiba. Vol.12, nº 1. 2009.

SOUZA Jr. C. V. N, GASPARINI. C. E. Análise da Equidade e da Eficiência dos Estados no Contexto do Federalismo Fiscal Brasileiro. **Rev. Estudos Econômicos**. São Paulo. Vol. 36, nº 4, 2006.

VASCONCELOS de, J. R., PIACASTELLI, M. e MIRANDA, R. B. Esforço Fiscal dos Brasileiros. **Rev. Economia do Nordeste**. Fortaleza. Vol. 37, nº 1. 2006

PROTOCOLO ICMS nº. 88/2007. **Altera às disposições do Protocolo ICMS 10/07, que estabelece a obrigatoriedade da utilização da Nota Fiscal Eletrônica (NF-e)**.

ZOGHBI, A.C. MATTOS, E. ROCHA, F. ARVATE, P. Uma Análise da Eficiência nos Gastos em Educação Fundamental para os Municípios Paulistas. **Rev. PPP**, nº 36. 2011.