



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC  
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E  
CONTABILIDADE – FEAAC  
PROGRAMA DE ECONOMIA PROFISSIONAL – PEP**

**CLAUDIO RÉGIS SILVA BARBOSA**

**PROPOSTA DE MODELO DE ANÁLISE DE EMPRESAS QUANTO À EFICIÊNCIA  
NA GERAÇÃO DE ICMS UTILIZANDO DEA**

**FORTALEZA  
2017**

**CLAUDIO RÉGIS SILVA BARBOSA**

**PROPOSTA DE MODELO DE ANÁLISE DE EMPRESAS QUANTO À EFICIÊNCIA  
NA GERAÇÃO DE ICMS UTILIZANDO DEA**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Economia Profissional – PEP, da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Rogério Faustino Matos

**FORTALEZA  
2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B196p Barbosa, Claudio Régis Silva.

Proposta de modelo de análise de empresas quanto à eficiência na geração de ICMS utilizando DEA / Claudio Régis Silva Barbosa. – 2017.

35 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Mestrado Profissional em Economia do Setor Público, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Paulo Rogério Faustino Matos.

1. Sonegação. 2. Índice de Eficiência. 3. Análise Envoltória de Dados. 4. Planejamento para o Monitoramento e Fiscalização. 5. Simples Nacional. I. Título.

CDD 330

---

**CLAUDIO RÉGIS SILVA BARBOSA**

**PROPOSTA DE MODELO DE ANÁLISE DE EMPRESAS QUANTO À EFICIÊNCIA  
NA GERAÇÃO DE ICMS UTILIZANDO DEA**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Economia Profissional – PEP, da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Data de Aprovação: **06 de dezembro de 2017.**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Paulo Rogério Faustino Matos (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof. Dr. Maurício Benegas  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof. Dr. Frederico Augusto Gomes de Alencar  
Universidade Federal do Ceará - UFC

## **RESUMO**

Esta pesquisa propõe modelo de classificação de empresas considerando a eficiência na geração do imposto de ICMS utilizando a técnica de Análise Envoltória de Dados (DEA) para um segmento de empresas do cadastro de contribuintes da Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará. Parte-se do princípio que eventual sonegação do ICMS estará contida na ineficiência relativa das empresas, desta forma quanto maior a ineficiência relativa maior a possibilidade de haver sonegação. Sob o aspecto de processo produtivo considerou-se os valores de ICMS como produto ou *outputs* produzido pelas empresas, como insumos ou *inputs* as informações fiscais de receitas, de compras, de quantidade de empregados e de indícios de sonegação de quarenta empresas do regime do Simples Nacional, do segmento de varejo e da atividade de confecção, todas de um determinado município do interior do estado. Como resultado desta pesquisa verificou-se razoável incremento do valor estimado de ICMS a ser recuperado quando comparado ao modelo tradicional atualmente utilizado pela Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará, no processo de planejamento para o monitoramento e fiscalização de empresas no exercício de 2012 a 2014.

**Palavras-Chave:** Sonegação. Índice de Eficiência. Análise Envoltória de Dados. ICMS. Varejo. Planejamento para o Monitoramento e Fiscalização. Simples Nacional. Confecção.

## **ABSTRACT**

This research proposes a classification model of companies considering the efficiency in the generation of ICMS tax, using the technique of Data Envelopment Analysis (DEA) for a segment of companies in the registry of taxpayers of the Treasury Secretariat of the State of Ceará. It is assumed that ICMS tax evasion is contained in the relative inefficiency of companies, thus, the greater the relative inefficiency, the greater the possibility of tax evasion. In terms of productive process, ICMS values were considered as outputs or products produced by companies, as inputs tax information on revenues, purchases, quantity of employees and indications of evasion of forty companies from the simple regime national, of the segments of retail and clothing activity, all of them of a certain municipality in the interior of the state. As a result of this research, there was a reasonable increase in the estimated value of ICMS to be recovered when compared to the traditional model, currently used by the Treasury Secretariat of Ceará, in the process of planning and monitoring companies in the fiscal year 2012 to 2014.

**Keywords:** Evasion. Efficiency Index. Data Envelopment Analysis. ICMS. Retail. Monitoring and Inspection Planning. Simples National. Confection.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Fronteira de eficiência.....	13
Figura 2 - Planilha 1 (Exercício 2012).....	22
Figura 3 - Planilha 2 (Exercício 2013).....	23
Figura 4 - Planilha 3 (Exercício 2014).....	24

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Dispersão da variável <i>input x<sub>1</sub></i> .....	20
Gráfico 2 - Dispersão da variável <i>input x<sub>2</sub></i> .....	20
Gráfico 3 - Dispersão da variável <i>input x<sub>3</sub></i> .....	21
Gráfico 4 - Dispersão da variável <i>input x<sub>4</sub></i> .....	21

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Quadro Demonstrativo de Arrecadação de ICMS por Empresas em 2016....	9
Tabela 2 - Arrecadação de ICMS do SN por UF em 2016.....	10
Tabela 3 - Quadro Demonstrativo de Resultado das Ações Fiscais.....	10
Tabela 4 - Descrição das Variáveis.....	17
Tabela 5 - Valores Descritivos das Variáveis do Exercício de 2012.....	18
Tabela 6 - Valores Descritivos das Variáveis do Exercício de 2013.....	18
Tabela 7 - Valores Descritivos das Variáveis do Exercício de 2014.....	18
Tabela 8 - Quadro consolidado de eficiência e metas.....	25
Tabela 9 - Peers/Benchmarks entre as DMU's eficientes e não eficientes do ano de 2012.....	27
Tabela 10 - Peers/Benchmarks entre as DMU's eficientes e não eficientes do ano de 2013.....	28
Tabela 11 - Peers/Benchmarks entre as DMU's eficientes e não eficientes do ano de 2014.....	29
Tabela 12 - Listas classificatórias ranqueadas por valor.....	30

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>ASPECTOS GERAIS.....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>MODELO UTILIZADO.....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>DADOS UTILIZADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>TRATAMENTOS ESPECÍFICOS DE PREPARAÇÃO DOS DADOS.....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>APLICAÇÃO DO MODELO.....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>RESULTADOS DO MODELO.....</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>33</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa propõe um modelo de avaliação de empresas quanto à eficiência relativa para a geração de ICMS utilizando o método de Análise Envoltória de Dados – DEA (*Data Envelopment Analisys*), que poderá ser utilizado juntamente com as “malhas fiscais”<sup>1</sup> no planejamento para o monitoramento e fiscalização das empresas do Simples Nacional (SN) da Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (SEFAZ-CE), objetivando a maximização do valor de ICMS a ser recuperado por eventual sonegação.

Instituído a partir de 01 de janeiro de 2007, o SN estabelece tratamento diferenciado às micro e pequenas empresas submetidas a esse regime, principalmente no que se refere à simplificação na apuração e no recolhimento dos impostos federais, estaduais e municipais. As formas simplificadas e resumidas das informações declaradas pelas empresas do SN contribuem para o reduzido número de malhas fiscais a que são submetidas atualmente. Com aproximadamente 87 mil empresas em atividade, representando 75,59% do total de empresas contribuintes do estado, desconsiderando-se o MEI<sup>2</sup>, as empresas sob o regime do SN contribuíram em 2016 com tão somente 4,99% do total da arrecadação de ICMS, considerando-se somente as ME<sup>3</sup> e EPP<sup>4</sup>, conforme tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Quadro Demonstrativo de Arrecadação de ICMS por Empresas em 2016

Regime	Valor Arrecadado		Empresas		Arrecadação Média
	Vlr. ICMS	Participação	Qtde	Participação	
Normal	8.183.710.849	80,22%	27.371	23,58%	298.992
Substituição	1.508.382.949	14,79%	967	0,83%	1.559.858
SN (ME/EPP)	509.208.888	4,99%	87.743	75,59%	5.803
<b>TOTAIS</b>	<b>10.201.302.686</b>	<b>100,00%</b>	<b>116.081</b>	<b>100,00%</b>	<b>87.881</b>

Fonte: SEFAZ-CE

Comparando-se a arrecadação média das empresas do SN do Ceará em 2016 com as informações disponibilizadas por alguns estados, conforme a tabela 2 a seguir, observa-se que o Ceará fica atrás somente de Minas Gerais - MG em arrecadação média e a frente de estados do sul e sudeste como Rio Grande do Sul - RS e São Paulo – SP, respectivamente.

<sup>1</sup> Entende-se por malha fiscal programas computacionais contendo regras para identificação de erros ou indícios de sonegação fiscal.

<sup>2</sup> Desconsidera-se o MEI (Microempreendedor Individual) devido sua participação desprezível na arrecadação de ICMS do estado.

<sup>3</sup> ME - Microempresas

<sup>4</sup> EPP - Empresas de Pequeno Porte

Tabela 2 – Arrecadação de ICMS do SN por UF em 2016

<b>UF</b>	<b>Empresas</b>	<b>Arrecadação</b>	<b>Média</b>
CE	87.743	509.208.888	5.803
AL	22.393	78.178.226	3.491
MG	206.644	1.595.956.782	7.723
SP	954.080	4.360.107.008	4.570
PR	198.883	564.213.686	2.837
RS	238.461	1.101.306.394	4.618
<b>MÉDIA GERAL</b>			<b>4.806</b>

Fonte: SEFAZ dos respectivos estados

Vale salientar que somente 28,5% da arrecadação média de ICMS das empresas do SN do Ceará originam-se dos repasses das guias de recolhimentos federais do simples, DAS<sup>5</sup>, o restante, 71,5% do ICMS do SN, são obtidos por meio de cobrança direta do fisco estadual, através de DAE's<sup>6</sup>, pelos diversos fatos geradores intrínsecos ou não ao regime do SN.

Pelo contexto de resultado somente das fiscalizações, excetuando-se os monitoramentos, as empresas do SN contribuem com uma média 1,29% dos valores totais autuados nos exercícios de 2010 a 2014. Ressalta-se que em 2017 a SEFAZ-CE instituiu planejamento das fiscalizações utilizando malhas fiscais mais eficientes, aplicados a partir do exercício fiscal de 2014, que vêm provocando elevado incremento no resultado médio das fiscalizações das empresas do SN.

Tabela 3 – Quadro Demonstrativo de Resultado das Ações Fiscais

<b>ANO</b>	<b>Empresas médio e grande porte</b>			<b>Empresas do Simples Nacional</b>			
	<b>Qtd</b>	<b>Auto Infração</b>	<b>Média</b>	<b>Qtd</b>	<b>Auto Infração</b>	<b>Média</b>	<b>Part. Valor</b>
2010	13.900	724.688.491	52.136	1.243	8.124.648	6.536	1,11%
2011	11.599	634.292.013	54.685	1.834	7.563.830	4.124	1,18%
2012	8.143	431.657.861	53.010	965	6.201.025	6.426	1,42%
2013	3.736	212.517.016	56.884	296	2.277.500	7.694	1,06%
2014*	2.633	153.948.390	58.469	191	4.088.335	21.405	2,59%
<b>TOTAIS</b>	<b>40.011</b>	<b>2.157.103.770</b>	<b>53.913</b>	<b>4.529</b>	<b>28.255.339</b>	<b>6.239</b>	<b>1,29%</b>

Fonte: SEFAZ-CE

Nota: \* Ações fiscais concluídas até maio/2017

Devido a quantidade reduzida de auditores da SEFAZ-CE, bem como a baixa representatividade do SN na arrecadação e no resultado da fiscalização, torna-se indispensável o processo que maximize a recuperação de eventual ICMS sonegado para um número reduzido de empresas a serem monitoradas e/ou fiscalizadas. A sonegação de tributos é um

<sup>5</sup> DAS – Documento da Arrecadação Simplificada para o regime do Simples Nacional

<sup>6</sup> DAE – Documento de Arrecadação Estadual dos impostos e taxas do Ceará

fato histórico tão antigo quanto à existência em si do tributo e ocorre praticamente em todos os países, entretanto esse fato se diferencia no Brasil pela intensidade. Amaral *et al.* (2009), em artigo publicado no IBPT<sup>7</sup> sobre sonegação fiscal, estimaram em 27,14% a sonegação média de ICMS realizada pelas empresas.

Avaliar a eficiência relativa das empresas tem como pressuposto que a eventual sonegação dos tributos de ICMS estará contida no coeficiente de ineficiência em relação à geração do tributo, assim, portanto, quanto maior a ineficiência de uma empresa para a geração de ICMS, maior a possibilidade de se estar cometendo algum tipo de sonegação fiscal.

Desenvolvida por Charnes *et al.* (1978), a técnica DEA estima uma eficiência empírica ou comparada por meio de análise multivariadas da produtividade entre os *outputs*/produtos e *inputs*/insumos de um conjunto de empresas ou organizações, denominadas na teoria como unidades de tomadas de decisão (DMU), tornando-se desnecessário a conversão ou parametrização prévia de variáveis heterogêneas. No Brasil, encontramos diversos trabalhos utilizando DEA na atividade privada empresarial e financeira, contudo são limitados os trabalhos acadêmicos utilizando esta técnica para políticas públicas, podemos citar o uso recente de DEA em Matos (2017), para avaliação da eficiência dos estados quanto ao uso de fontes alternativas de financiamento e em Ribeiro (2017), sobre a eficiência na arrecadação tributária dos estados brasileiros, entretanto nenhuma pesquisa ou publicação avaliando eficiência tributária das empresas foi encontrada, assim o caráter inovador deste modelo possibilita discussões e aprofundamento para futuras pesquisas no âmbito dos fiscos federal, estadual e municipal.

---

<sup>7</sup> IBPT - Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário

## 2 ASPECTOS GERAIS

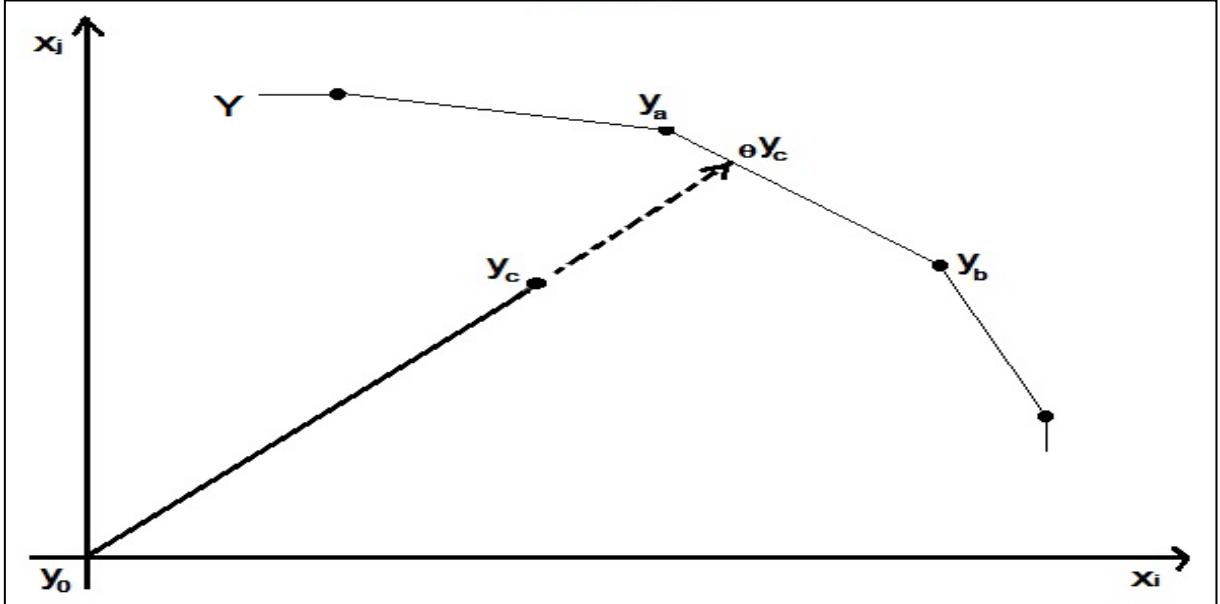
É importante esclarecer dois conceitos utilizados no modelo DEA, o conceito de eficiência e de produtividade. Segundo o dicionário Aurélio, eficiência significa a capacidade para produzir realmente um efeito; e produtividade significa a relação entre o que é produzido e o meio aplicado para a produção. Em outras palavras, a produtividade é calculada por meio de observações intrínsecas da organização, através da relação de sua produção em função dos seus insumos, entretanto para se avaliar a eficiência há necessidade de se comparar produtividades de várias organizações ou unidades semelhantes. Diversas são as razões que determinam as diferenças de eficiências: diferenças de tecnologias, de qualificações de mão de obra, de técnicas gerenciais e outros fatores que uma ou outra organização decide utilizar ou não. Baseados nas ideias de Farrel (1957), que estabelece uma medida empírica de eficiência em função da distância entre vetores de produção, Charnes *et al.* (1978) estabelece a metodologia DEA para estimar a eficiência relativa de organizações, empresas, setores, e outros denominadas de Unidade Tomadoras de Decisão (DMU), utilizando a abordagem de programação linear a partir dos dados observados, que tem por objetivo estabelecer uma fronteira de produção eficiente que permita medir a produtividade por meio do cálculo da distância do ponto de cada DMU a um ponto projetado e no mesmo vetor de produção sobre a fronteira de eficiência (ver figura 1). Relacionamos a seguir os modelos DEA tradicionais segundo suas características de orientação e escala:

- ✓ Orientação aos produtos ou outputs: objetivando maximizar os produtos sujeitos aos mesmos níveis de insumos;
- ✓ Orientação aos insumos ou inputs: objetivando minimizar os insumos sujeitos aos mesmos níveis de produção;
- ✓ Retornos constantes de escala (SCR): quando se observa equivalência nos fatores que provocam expansão/retração dos produtos e expansão/retração nos insumos, respectivamente;
- ✓ Retornos variáveis de escala (SVR): quando não se observa equivalência de fatores que provocam expansão/retração nos produtos e nos insumos.

Na figura 1, considerando que cada ponto representa a eficiência da produção  $y$  em função de inúmeras combinações da relação de utilização dos insumos,  $x_i$  e  $x_j$ ; a fronteira de eficiência é representada pela isoquanta  $Y$  e todos os pontos nessa isoquanta possuem eficiência máxima;  $y_c$  corresponde a produção da DMU $c$  e seu vetor de produção é representado pelo segmento  $\overline{y_0y_c}$ ;  $\theta y_c$  representa o ponto projetado de eficiência para a

DMU<sub>c</sub>;  $\theta$  é o multiplicador para tornar a DMU<sub>c</sub> eficiente, neste caso orientado ao output, e corresponde a distância radial entre os pontos  $y_c$  e  $\theta y_c$ , sua eficiência é medida pela relação  $\overline{y_0 y_c} / \overline{y_0 \theta y_c}$ . O ponto  $\theta y_c$  é calculado pelo modelo por meio de processo de convergência das DMU's eficientes eleitas benchmarks/peers (a e b) para DMU<sub>c</sub>.

Figura 1 – Fronteira de eficiência



Fonte: Elaboração do autor

Pode-se afirmar que a eficiência de uma determinada DMU é a razão entre a sua produtividade e a produtividade da DMU mais eficiente considerando-se o mesmo vetor de produção, na figura 1 representada pelos segmentos  $\overline{y_0 y_c}$  e  $\overline{y_0 \theta y_c}$ , respectivamente. A fórmula 1 abaixo apresenta uma equação simplificada de eficiência  $E_{f0}$  de uma DMU<sub>0</sub>, onde  $P_0$  é a produtividade da DMU<sub>0</sub> e  $P_{ef}$  a produtividade da DMU eficiente.

$$E_{f0} = \frac{P_0}{P_{ef}} \quad (1)$$

Pela fórmula 1 conclui-se que o domínio de valores possíveis da eficiência para todas as DMU's será sempre entre 0 e 1, onde 0 representa a menos eficiente e 1 significando eficiência máxima observada, possibilitando também a definição do valor do coeficiente radial  $\theta$  através da  $E_{f0}^{-1}$ . Assim o  $\theta$  representa a maximização da DMU representada pelo vetor de produção  $\overline{y_0 y_c}$  da figura 1. Sob outra perspectiva e considerando-se múltiplos insumos para múltiplos produtos, a maximização da produtividade de uma DMU pode ser representada pela maximização da razão entre a soma ponderada dos produtos e a soma ponderada dos

insumos. As ponderações dos diversos produtos e insumos relativos ao vetor de produção de cada DMU são determinadas pelo modelo e livres de subjetividade externa, entretanto devem estar sujeitos a algumas condições conforme fórmula 2 a seguir (CHARNES *et al.*, 1978).

$$\begin{aligned} \text{Max } E_{f0} = & \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}} \\ \text{Sujeito a: } & \left\{ \begin{array}{l} \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, \forall k \\ u_j, v_i \geq 0, \forall i, j \end{array} \right. \end{aligned} \quad (2)$$

onde:

$0$  refere-se a DMU analisada;

$k$  são todas as DMU's;

$y_j$  são os produtos/outputs, sendo  $j=1, \dots, s$ ;

$x_i$  são os insumos/inputs, sendo  $i=1, \dots, r$ ;

$u$  e  $v$  são os pesos atribuídos aos produtos e insumos respectivamente.

A fórmula 2 deve ser resolvida para cada DMU e representa um problema de programação fracionada (PPF) de infinitas soluções ótimas e consequentemente transformada para um problema de programação linear (LP) por meio de atribuição de um valor ao denominador da função objetivo, usualmente igual a uma unidade e reduzindo-se a um conjunto limitado de soluções ótimas. As fórmulas 3 e 4 representam as soluções de Charnes *et al.* (1978) para se estimar a eficiência considerando-se retornos constantes de escala e orientados aos produtos/*outputs* e aos insumos/*inputs*.

Ser Orientado aos Produtos/*Outputs*:

$$\begin{aligned} \text{Max } E_{f0} = & \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} \\ \text{Sujeito a: } & \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} = 1 \\ \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, \forall k \\ u_j, v_i \geq 0, \forall i, j \end{array} \right. \end{aligned} \quad (3)$$

Ser Orientado aos Insumos/*Inputs*:

$$\begin{aligned}
 \text{Min } E_{f0} = & \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} \\
 \text{Sujeito a: } & \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} = 1 \\ \frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}} \geq 1, \forall k \\ u_j, v_i \geq 0, \forall i, j \end{array} \right. \quad (4)
 \end{aligned}$$

Nesta pesquisa utilizaremos o DEA orientado aos produtos/*outputs* com retornos constantes de escala, para um conjunto de 40 empresas similares quanto à área de atuação, atividade e segmento econômico, todas do regime do SN que foram analisadas no modelo tradicional de planejamento para o monitoramento e fiscalização dos exercícios de 2012 a 2014, ao final, poderemos comparar os resultados do modelo aqui proposto com os resultados do modelo tradicional utilizado pela SEFAZ-CE.

### 3 MODELO UTILIZADO

A inovação contida nesta pesquisa consiste em adotar os valores gerados de ICMS como variáveis de *output* nos vetores de produção das DMU's considerando-se escalas constantes de crescimentos, assim quanto maior a aplicação dos *inputs* maiores os níveis esperados de *outputs* em proporções semelhantes.

A fórmula 5 será utilizada para o cálculo de maximização de eficiência utilizando DEA-SCR orientado aos *outputs*, onde  $\theta$  será a função objetivo a ser maximizada e corresponde ao multiplicador que aplicado aos *outputs* torna a DMU<sub>0</sub> eficiente, sendo  $\theta$  (zero) a DMU analisada;  $x_i$  são variáveis *inputs*  $i$ , sendo  $i=1,\dots,r$ ;  $y_j$  as variáveis de *outputs*  $j$ , sendo  $j=1,\dots,s$ ;  $\lambda_k$  são os pesos atribuídos ou importância relativa da DMU  $k$  eficiente como referência para a DMU analisada, sendo  $k = 1,\dots,n$ ; e  $n$  o número total de DMU's no modelo. Os pesos atribuídos ( $\lambda_k$ ) as DMU's de referência têm por objetivo encontrar o ponto de projeção do vetor de produção da DMU analisada à fronteira de produção, conforme representação gráfica da figura 1.

$$\text{Max } \mathbf{DMU}_0 = \theta$$

$$\text{Sujeito a: } \left\{ \begin{array}{l} x_{i0} \geq \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k, \forall i \\ y_{j0} \theta \leq \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k, \forall j \\ \sum_{k=1}^n \lambda_k \leq 1 \\ \lambda_k \geq 0, \forall k \end{array} \right. \quad (5)$$

## 4 DADOS UTILIZADOS

De acordo com Dyson *et al.* (2001) algumas premissas ao uso do DEA devem ser observadas para garantir a homogeneidade das DMU's, estas devem conter características similares quanto às atividades exercidas, insumos utilizados, produtos produzidos e devem operar em ambientes semelhantes. Neste sentido, foi selecionado um cluster, do cadastro de contribuintes da Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará, com 40 empresas denominadas nesta pesquisa de DMU's com as seguintes características:

- ✓ micro e pequenas empresas do comércio varejista sujeitas ao regime do Simples Nacional (SN);
- ✓ de atividade econômica de vestuário e confecção (CNAE 4781000 a 4781999);
- ✓ em atividade no período entre 2012 a 2014;
- ✓ operando em mesmo município “X” localizado no interior do estado do Ceará, correspondendo a 100% do cluster do município;
- ✓ Sujeitas às mesmas normas tributárias de ICMS.

A tabela 4 a seguir apresenta as variáveis das DMU's de *inputs* ( $x_i$ ) e *outputs* ( $y_j$ ) utilizados na fórmula 5:

Tabela 4 – Descrição das Variáveis

Variável	Descrição da Variável	Tipo
$x_1$	Valor normalizado das receitas declaradas no PGDAS-D <sup>8</sup> sujeitas ao ICMS	<i>Input</i>
$x_2$	Valor normalizado das compras por NFe classificadas como material de insumos por NFe	<i>Input</i>
$x_3$	Valor normalizado das compras por NFe classificadas como material NÃO insumo	<i>Input</i>
$x_4$	Quantidade normalizada de empregados declarados na DEFIS <sup>9</sup>	<i>Input</i>
$y_1$	Valor do ICMS gerado referente às atividades do SN	<i>Output</i>
$y_2$	Valor do ICMS gerado referente a outras atividades (#SN)	<i>Output</i>

Fonte: Elaboração do autor

As tabelas 5, 6 e 7 apresentam informações estatísticas das variáveis da tabela 4, referente aos exercícios de 2012, 2013 e 2014, respectivamente.

<sup>8</sup> PGDAS-D – Aplicativo da receita federal para as empresas do simples declararem suas receitas e calcularem os impostos devidos.

<sup>9</sup> DEFIS – Declaração anual de informações sócio econômicas, resolução CGSN nº 94, de 29/11/2011

Tabela 5 – Valores Descritivos das Variáveis do Exercício de 2012

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Coef V
$x_1$	0,0033	0,7860	0,0920	0,1613	1,7540
$x_2$	0	0,9704	0,1176	0,2057	1,7493
$x_3$	0	0,6643	0,0911	0,1625	1,7829
$x_4$	0	0,8788	0,1197	0,1994	1,6658
$y_1$	1	70.322	7.916	14.416	1,8210
$y_2$	0	52.276	5.264	12.243	2,3258

Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados da SEFAZ-CE e DEFIS

Tabela 6 – Valores Descritivos das Variáveis do Exercício de 2013

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Coef V
$x_1$	0	1,0000	0,0983	0,1811	1,8410
$x_2$	0	1,0000	0,1220	0,1967	1,6118
$x_3$	0	0,8534	0,1058	0,2023	1,9123
$x_4$	0	1,0000	0,1159	0,2236	1,9291
$y_1$	1	74.581	8.137	15.121	1,8583
$y_2$	0	52.028	5.844	13.079	2,2380

Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados da SEFAZ-CE e DEFIS

Tabela 7 – Valores Descritivos das Variáveis do Exercício de 2014

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Coef V
$x_1$	0	0,8753	0,1105	0,1883	1,7043
$x_2$	0	0,8989	0,1296	0,1952	1,5061
$x_3$	0	1,0000	0,1215	0,2343	1,9277
$x_4$	0	0,7879	0,1265	0,1898	1,5005
$y_1$	0	82.658	9.568	17.505	1,8296
$y_2$	0	51.373	5.430	12.833	2,3635

Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados da SEFAZ-CE e DEFIS

Todas as informações referentes às variáveis das tabelas 5, 6 e 7 foram obtidas da base de dados da Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (SEFAZ-CE), excetuando-se os quantitativos de empregados ( $x_4$ ) que foram obtidos do sistema DEFIS da Receita Federal do Brasil, vale salientar que a quantidade de DMU's dispostas ao modelo atende a literatura de Fitzsimmons *et al.* (2005) que indica uma quantidade superior ao dobro da quantidade total de variáveis de *inputs* e *outputs*.

## 5 TRATAMENTOS ESPECÍFICOS DE PREPARAÇÃO DOS DADOS

A variável de *output*  $y_1$  foi obtida através da média do total anual dos lançamentos tributários existentes no cadastro de ICMS, sejam eles pagos ou pendentes, contendo os códigos de receitas 1155, 1180, 1198 e 1023 relacionados às atividades de empresas do SN, os demais lançamentos compuseram a variável de *output*  $y_2$ .

Onde  $y_1$  e  $y_2$  são iguais a zero e há valores significativos de *inputs* o solver, nestas situações, não converge para uma solução ótima. Assim foi atribuído o valor insignificante de 1 para  $y_1$  em três registros: da DMU 12, nos anos de 2012 e 2013; e da DMU 13, no ano de 2013, conforme pode-se observar nas planilhas dos respectivos exercícios.

Os códigos de receita do PGDAS-D foram classificados como sujeitos ou não a aplicação de ICMS, desta forma possibilitando mensurar a variável  $x_1$ .

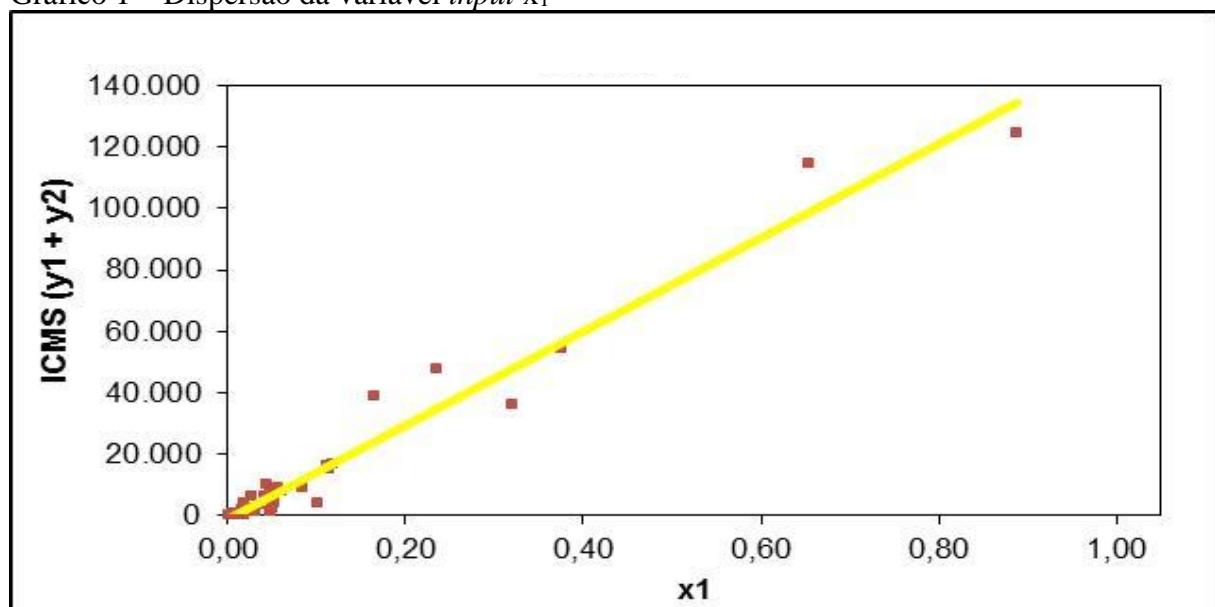
Os valores das variáveis de *input*  $x_2$  e  $x_3$  foram obtidas através da classificação dos NCM's e das descrições de 87% dos itens das NFe's de compras das respectivas DMU's.

A variável  $x_4$  foi obtida do sistema DEFIS, através de consulta manual para cada empresa e calculada conforme fórmula 6 a seguir, onde  $Q_i$  é a quantidade de empregados no início do ano;  $Q_f$  a quantidade de empregados no final do ano:

$$x_4 = \frac{\sum_{2012}^{2014}(Q_f - Q_i)}{2} \quad (6)$$

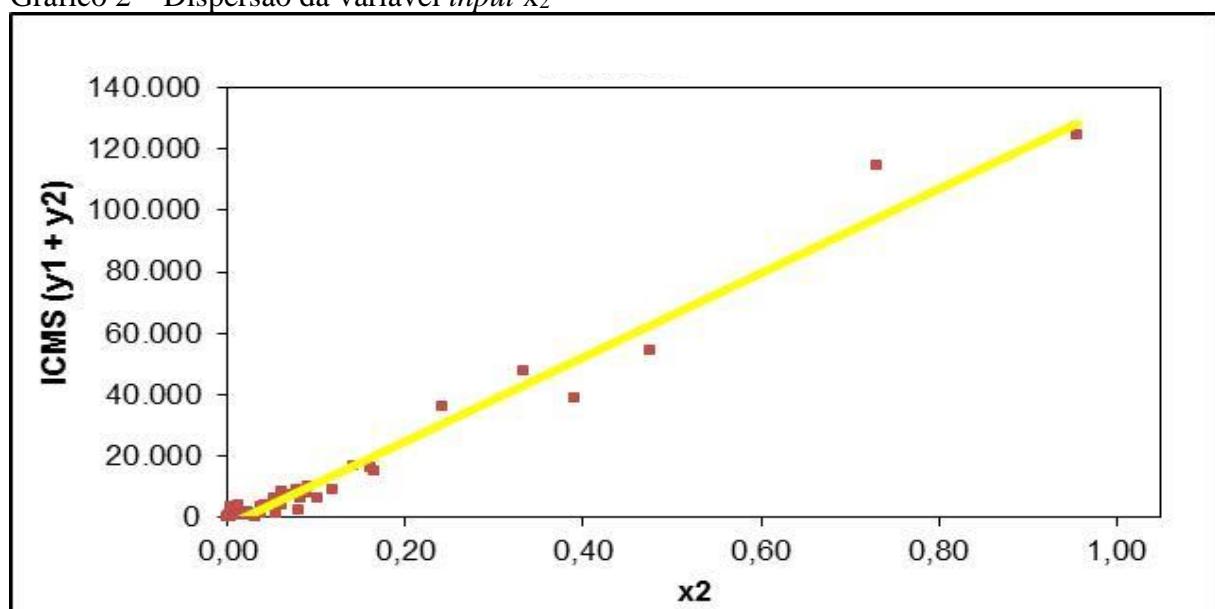
Os gráficos de dispersão de 1 a 4 a seguir representam o comportamento de cada variável de *input*  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  e  $x_4$  em função das variáveis de *outputs* ( $y_1+y_2$ ), considerando-se as respectivas médias dos anos de 2012 a 2014.

Gráfico 1 – Dispersão da variável *input x<sub>1</sub>*

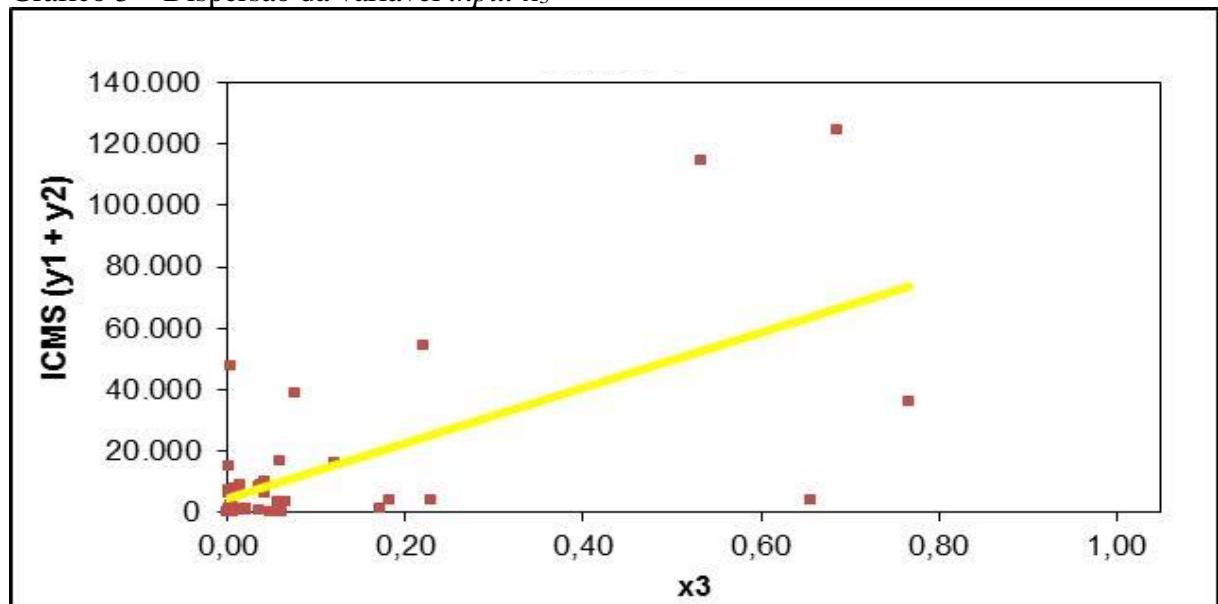


Fonte: Elaboração do autor

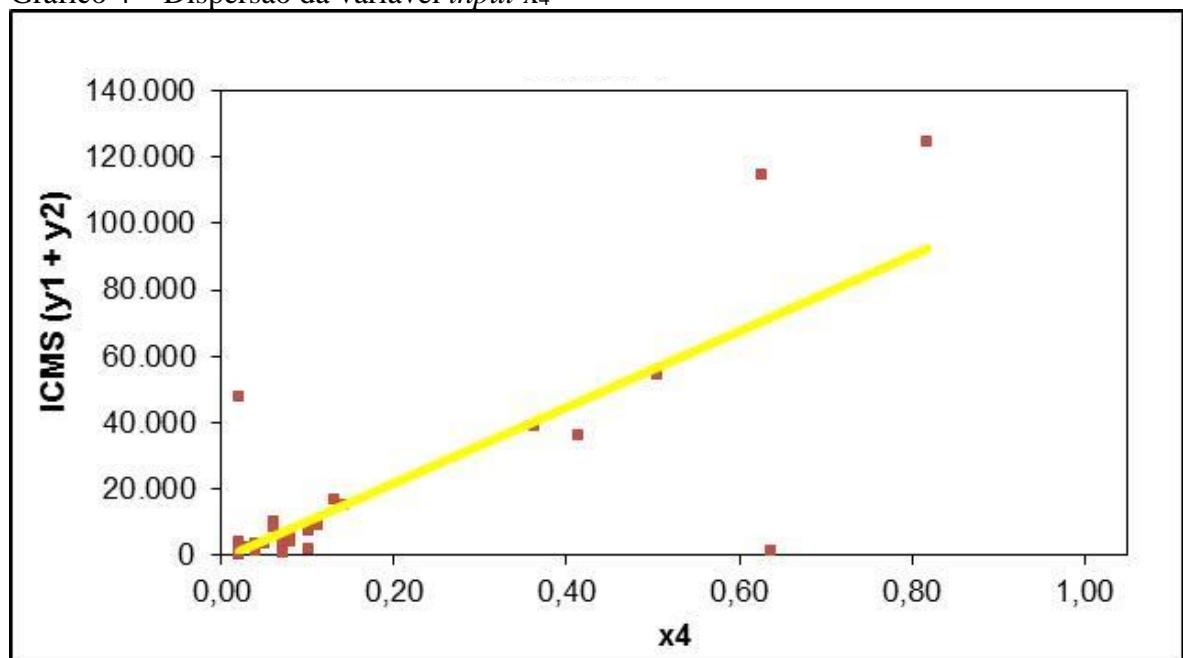
Gráfico 2 – Dispersão da variável *input x<sub>2</sub>*



Fonte: Elaboração do autor

Gráfico 3 – Dispersão da variável *input x<sub>3</sub>*

Fonte: Elaboração do autor

Gráfico 4 – Dispersão da variável *input x<sub>4</sub>*

Fonte: Elaboração do autor

## 6 APLICAÇÃO DO MODELO

Foi desenvolvida uma solução utilizando a planilha Excel com o pacote Solver, algoritmo LP Simplex e programação VBA para aplicar as fórmulas 5 e 7, aos dados de todas as DMU's para cada ano separadamente conforme as planilhas 1, 2 e 3 a seguir, desta forma permitindo-se o armazenamento estruturado das informações geradas pelo modelo. (ROJAS, 2002).

Cada planilha estima para cada DMU os valores de *outputs* ótimos para que esta se torne eficiente ( $\theta = 1$ ) em relação à geração de ICMS. Os valores de *outputs* não foram normalizados, assim a diferença entre os valores ótimos de *outputs* e os realizados correspondem às metas em R\$ para cada DMU, conforme coluna destacada nas planilhas 1, 2 e 3 a seguir.

Figura 2 – Planilha 1 (Exercício 2012)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ MESTRADO EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO - 2017 Modelo DEA-BCC Orientado às Saídas Empresas do Município X do Ceará Exercício de 2012 v6				Limpas											
				OUTPUTS (y)				INPUTS (x)							
				DMU (0)		0y1	0y2	0x1		0x2		0x3		Fator (e)	Eficiência
				0	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	
Σ Produtos	y1	y2	x1	x2	x3	x4									
Restrições	-	-	-	-	-	-									
40															
DMU	ENTRADAS (x)			SAÍDAS (y)		Variáveis Temporárias de Trabalho SOLVER				Eficiência Relativa	Ordem Eff Relativa	Ordem Meta	META	$\theta$	
	x1	x2	x3	x4	y1	y2	εy1	εy2	λ	e					
01	0,0340	0,0197	0,0843	-	491	305	-	-	-	-	27,8%	5	6	2,069	3,601
02	0,0424	0,0341	0,0616	0,0606	3,318	723	-	-	-	-	76,8%	14	10	1,218	1,301
03	0,6503	0,8575	0,5249	0,6970	59,303	52,276	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
04	0,1505	0,1926	0,0821	0,1818	16,246	8,292	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000
05	0,0399	0,0486	0,0352	0,0606	1,790	4,044	-	-	-	-	86,6%	18	13	906	1,155
06	0,0400	0,0685	0,0050	-	4,833	3,797	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
07	0,0288	0,0383	0,0115	0,0606	4,302	103	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
08	0,3282	0,4138	0,1700	0,4848	20,837	27,881	-	-	-	-	96,8%	21	7	1,618	1,033
09	0,0112	0,0194	0,0066	0,0606	1,206	-	-	-	-	-	68,3%	12	17	560	1,464
10	0,0372	0,0594	0,0150	0,0606	4,460	1,514	-	-	-	-	87,5%	19	14	857	1,144
11	0,0389	0,0576	-	-	1,606	-	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
12	0,0188	0,0238	0,0520	0,0606	1	-	-	-	-	-	0,0%	1	3	2,728	2,728,699
13	0,3054	0,2082	0,4471	0,4545	22,641	10,026	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
14	0,0560	0,0766	0,0011	0,0606	7,494	-	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
15	0,0211	0,0439	0,0135	0,4848	581	-	-	-	-	-	17,0%	4	2	2,842	5,896
16	0,0545	0,0349	0,1513	0,0606	4,190	661	-	-	-	-	95,3%	20	20	239	1,049
17	0,0309	0,0393	0,0100	-	1,090	-	-	-	-	-	31,9%	6	5	2,323	3,131
18	0,0227	0,0313	-	-	822	624	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
19	0,0038	0,0017	0,0008	-	92	-	-	-	-	-	62,2%	11	21	56	1,609
20	0,1636	0,3774	0,1050	0,3030	18,838	22,361	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
21	0,0033	-	0,0139	0,0606	124	-	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
22	0,0578	0,0799	0,0060	-	6,863	233	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
23	0,0950	0,0571	0,1832	0,0606	2,933	591	-	-	-	-	48,6%	10	1	3,728	2,058
24	0,7860	0,9704	0,5549	0,8788	70,322	49,970	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
25	0,0099	0,0171	0,0012	-	503	411	-	-	-	-	43,9%	9	11	1,170	2,280
26	0,0600	0,0891	0,0028	0,0909	6,713	445	-	-	-	-	82,5%	16	8	1,514	1,211
27	0,0205	0,0121	0,6643	0,1212	1,716	481	-	-	-	-	81,9%	15	18	484	1,220
28	0,0151	0,0105	0,0325	-	363	-	-	-	-	-	33,6%	7	16	715	2,973
29	0,0699	0,1043	0,0062	0,1515	6,547	1,714	-	-	-	-	75,6%	13	4	2,673	1,324
30	0,0292	0,0077	0,1027	0,0606	2,380	2,697	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
31	0,0142	0,0098	0,0002	0,0606	102	-	-	-	-	-	9,8%	2	12	937	10,171
32	0,0034	-	-	0,0303	89	-	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
33	0,1111	0,1792	-	0,0909	15,441	-	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
34	0,0122	0,0136	0,0016	-	454	130	-	-	-	-	41,5%	8	15	823	2,409
35	0,0114	0,0257	0,0080	-	280	-	-	-	-	-	16,5%	3	9	1,421	6,067
36	0,0164	0,0002	0,0939	-	540	26	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
37	0,0148	0,0370	0,0024	0,0303	1,846	-	-	-	-	-	86,2%	17	19	295	1,160
38	0,0938	0,1458	0,1520	-	10,978	1,804	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
39	0,0202	0,0600	0,0375	-	4,176	-	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
40	0,1558	0,2369	0,0057	0,0606	10,147	19,449	-	-	-	-	100,0%	23	22	-	1,000
											-			29,176	

Fonte: Elaboração do autor

Figura 3 – Planilha 2 (Exercício 2013)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ Modelo DEA-BCC Orientado às Saídas Empresas do Município X do Ceará Exercício de 2013 v6		MESTRADO EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO - 2017														
		Limpa	OUTPUTS (y)				INPUTS (x)									
			DMU (0)	0y1	0y2	0x1	0x2	0x3	0x4	Fator (e)	Eficiência					
			0	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!					
ESTIMA			Σ Produtos	y1	y2	x1	x2	x3	x4							
Restrições			-	-	-	-	-	-	-							
40																
DMU			ENTRADAS (x)			SAÍDAS (y)		Variáveis Temporárias de Trabalho SOLVER			Eficiência Relativa	Ordem Eff Relativa	Ordem Meta	META	ε	
			x1	x2	x3	x4	y1	y2	εy1	εy2	λ	ε				
01	0,0519	0,0207	0,1788	0,0606	859	-	-	-	-	-	27,4%	8	9	2.269	3,643	
02	0,0294	0,0285	0,0326	0,0606	2.017	386	-	-	-	-	58,7%	12	12	1.693	1,704	
03	0,5401	0,6057	0,4680	0,5758	61.460	40.952	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
04	0,1061	0,1118	0,0489	0,1212	8.159	3.766	-	-	-	-	73,3%	15	3	4.349	1,365	
05	0,0606	0,0781	0,0466	0,0606	2.401	8.401	-	-	-	-	77,6%	19	4	3.110	1,288	
06	0,0509	0,0772	0,0072	-	4.050	3.401	-	-	-	-	79,0%	20	10	1.981	1,266	
07	0,0367	0,0525	0,0075	0,0909	6.132	-	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
08	0,4038	0,4814	0,2666	0,5152	17.550	43.699	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
09	0,0169	0,0230	0,0053	-	1.497	-	-	-	-	-	74,4%	16	19	516	1,345	
10	0,0353	0,0870	0,0510	0,0606	6.408	4.537	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
11	0,0486	0,0769	-	-	2.112	-	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
12	0,0143	0,0304	0,0537	-	1	-	-	-	-	-	0,0%	1	7	2.496	2.497,180	
13	0,2955	0,2349	0,8534	0,3636	24.383	11.567	-	-	-	-	96,5%	21	15	1.319	1,037	
14	0,0448	0,0669	0,0002	0,0909	6.554	-	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
15	0,0677	0,1067	0,0474	1,0000	2.702	-	-	-	-	-	27,2%	7	1	7.229	3,676	
16	0,0449	0,0474	0,1618	-	2.415	132	-	-	-	-	49,4%	11	6	2.608	2,024	
17	0,0279	0,0304	0,0097	0,0606	688	-	-	-	-	-	19,3%	5	5	2.881	5,185	
18	0,0217	0,0353	-	0,0909	303	642	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
19	0,0031	0,0034	0,0006	-	78	-	-	-	-	-	26,7%	6	20	214	3,743	
20	0,1651	0,4681	0,0824	0,3030	22.729	18.494	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
21	-	-	0,0008	-	1	-	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
22	0,0571	0,0953	0,0066	-	8.096	262	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
23	0,0999	0,0529	0,3623	0,0606	3.191	514	-	-	-	-	44,8%	10	2	4.558	2,230	
24	1,0000	1,0000	0,7592	0,7879	74.581	52.028	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
25	0,0049	0,0113	0,0012	-	75	-	-	-	-	-	10,3%	3	18	657	9,733	
26	0,0368	0,0477	0,0031	0,0606	3.755	-	-	-	-	-	76,4%	18	16	1.158	1,308	
27	0,0180	0,0141	0,5195	-	3.742	223	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
28	0,0150	0,0136	0,0368	-	393	-	-	-	-	-	29,1%	9	17	958	3,437	
29	0,0768	0,1049	0,0013	0,0606	6.082	948	-	-	-	-	74,6%	17	8	2.394	1,341	
30	0,0187	0,0027	0,0686	-	561	3.968	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
31	0,0131	0,0007	-	-	27	-	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
32	0,0072	0,0027	0,0210	0,0606	291	-	-	-	-	-	72,4%	14	21	111	1,382	
33	0,1083	0,1476	0,0001	0,1515	13.752	-	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
34	0,0153	0,0263	0,0025	-	372	-	-	-	-	-	16,9%	4	11	1.836	5,930	
35	0,0089	0,0218	0,0045	-	30	-	-	-	-	-	2,0%	2	13	1.453	48,950	
36	0,0087	-	0,0430	-	9	-	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
37	0,0309	0,0690	0,0037	-	3.070	59	-	-	-	-	70,0%	13	14	1.339	1,428	
38	0,1152	0,1758	0,0368	-	15.391	3.745	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
39	0,0245	0,0915	0,0390	-	5.821	113	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
40	0,2092	0,3366	0,0012	-	13.740	35.922	-	-	-	-	100,0%	22	22	-	1,000	
												45.130				

Fonte: Elaboração do autor

Figura 4 – Planilha 3 (Exercício 2014)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ Modelo DEA-BCC Orientado às Saídas Empresas do Município X do Ceará Exercício de 2014 v6											MESTRADO EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO - 2017					
40	DMU	Limpa	OUTPUTS (y)			INPUTS (x)					Fator (e)	Eficiência	#VALOR!	#VALOR!		
			DMU (0)	0y1	0y2	0x1	0x2	0x3	0x4	#VALOR!			#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	
		ESTIMA	0	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	
		Σ Produtos	y1	y2	x1	x2	x3	x4								
		Restrições	-	-	-	-	-	-	-	-						
01	0,0623	0,0183	0,2500	-	1.133	-	-	-	-	62,8%	13	15	671	1,592		
02	0,0370	0,0477	0,0777	-	3.522	299	-	-	-	85,2%	21	16	666	1,174		
03	0,7741	0,7312	0,6038	0,6061	82.658	46.524	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
04	0,0970	0,1235	0,0437	0,0909	8.027	4.626	-	-	-	74,4%	16	4	4.350	1,344		
05	0,0532	0,0597	0,0263	0,0606	1.276	6.317	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
06	0,0776	0,0881	0,1004	-	4.936	5.994	-	-	-	93,5%	22	14	760	1,070		
07	0,0626	0,0647	0,0174	0,0909	7.555	-	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
08	0,3925	0,5316	0,2219	0,5152	27.214	25.542	-	-	-	75,5%	18	1	17.141	1,325		
09	0,0209	0,0238	0,0080	0,2424	1.449	-	-	-	-	51,8%	11	11	1.351	1,932		
10	0,0569	0,1247	0,0627	0,0606	10.282	2.949	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
11	0,0612	0,1066	-	0,0606	2.240	-	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
12	0,0252	0,0394	0,0404	-	248	290	-	-	-	11,8%	3	6	4.029	8,494		
13	0,3618	0,2833	1,0000	0,4242	24.867	14.317	-	-	-	76,7%	19	2	11.902	1,304		
14	0,0415	0,0625	0,0005	0,1515	7.003	-	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
15	0,0042	0,0124	-	0,4242	104	-	-	-	-	67,3%	14	19	51	1,487		
16	0,0583	0,0418	0,2349	-	4.006	-	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
17	0,0230	0,0358	0,0072	0,0606	1.110	-	-	-	-	29,9%	6	8	2.605	3,347		
18	0,0303	0,0455	0,0062	0,1212	860	578	-	-	-	25,1%	5	5	4.286	3,980		
19	0,0061	0,0045	0,0066	-	136	-	-	-	-	32,6%	7	17	282	3,066		
20	0,1701	0,3268	0,0402	0,4848	23.461	9.797	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0%	1	21	-	-		
22	0,0691	0,0900	0,0120	-	7.943	325	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
23	0,1104	0,0723	0,1434	0,1212	3.758	865	-	-	-	42,9%	9	3	6.159	2,332		
24	0,8753	0,8989	0,7438	0,7879	75.462	51.373	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
25	0,0035	0,0069	-	-	-	-	-	-	-	0,0%	1	21	-	-		
26	0,0637	0,1081	0,0021	0,0909	7.228	20	-	-	-	100,0%	23	21	-	1,000		
27	0,0185	0,0114	0,7844	0,0909	4.105	526	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
28	0,0183	0,0257	0,0369	-	346	-	-	-	-	15,9%	4	9	1.826	6,277		
29	0,1079	0,1482	0,0326	0,1212	10.885	7	-	-	-	78,5%	20	7	2.985	1,274		
30	0,0085	0,0003	0,0238	0,0909	380	-	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
31	0,0124	-	-	-	99	-	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
32	0,0186	0,0018	0,0427	0,1212	459	-	-	-	-	75,1%	17	18	152	1,331		
33	0,1231	0,1677	0,0068	0,1818	15.723	101	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
34	0,0215	0,0405	0,0008	-	473	-	-	-	-	33,9%	8	13	922	2,949		
35	0,0112	0,0440	0,0100	-	494	529	-	-	-	46,6%	10	12	1.172	2,145		
36	0,0096	-	0,0453	-	53	-	-	-	-	70,1%	15	20	23	1,426		
37	0,0256	0,0594	0,0029	0,0606	2.386	-	-	-	-	60,5%	12	10	1.560	1,654		
38	0,1298	0,1619	0,1724	-	13.012	2.529	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
39	0,0353	0,1505	0,0466	-	8.117	145	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
40	0,3403	0,4241	0,0068	-	19.692	43.534	-	-	-	100,0%	24	21	-	1,000		
														62.891		

Fonte: Elaboração do autor

A tabela 8 apresenta um quadro consolidado das eficiências e das metas obtidas nas planilhas 1, 2 e 3, bem como a classificação pelo total das metas por ordem decrescente.

As tabelas 9, 10 e 11 apresentam, para cada exercício, quadro geral entre as DMU's não eficientes e as DMU's eficientes (*benchmarks/peers*) com seus respectivos pesos ( $\alpha$ ) que representam o grau de influência da DMU eficiente no cálculo da DMU não eficiente.

Tabela 8 – Quadro consolidado de eficiência e metas

DMU	2012		2013		2014		Média da EFF %	Total da Meta	Classificação da Meta (d)
	EFF %	Meta	EFF %	Meta	EFF %	Meta			
01	27,8%	2.069	27,4%	2.269	62,8%	671	39,3%	5.009	09
02	76,8%	1.2128	58,7%	1.693	85,2%	666	73,6%	3.577	14
03	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	28
04	100,0%	-	73,3%	4.349	74,4%	4.350	82,6%	8.699	06
05	86,6%	906	77,6%	3.110	100,0%	-	88,1%	4.015	12
06	100,0%	-	79,0%	1.981	93,5%	760	90,8%	2.742	18
07	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	28
08	96,8%	1.618	100,0%	-	75,5%	17.141	90,8%	18.759	01
09	68,3%	560	74,4%	516	51,8%	1.351	64,8%	2.426	20
10	87,5%	857	100,0%	-	100,0%	-	95,8%	857	23
11	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	28
12	0,0%	2.728	0,0%	2.496	11,8%	4.029	3,9%	9.253	05
13	100,0%	-	96,5%	1.319	76,7%	11.902	91,1%	13.221	03
14	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	28
15	17,0%	2.842	27,2%	7.229	67,3%	51	37,1%	10.122	04
16	95,3%	239	49,4%	2.608	100,0%	-	81,6%	2.846	17
17	31,9%	2.323	19,3%	2.881	29,9%	2.605	27,0%	7.809	08
18	100,0%	-	100,0%	-	25,1%	4.286	75,0%	4.286	10
19	62,2%	56	26,7%	214	32,6%	282	40,5%	552	24
20	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	28
21	100,0%	-	100,0%	-	0,0%	-	66,7%	-	28
22	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	28
23	48,6%	3.728	44,8%	4.558	42,9%	6.159	45,4%	14.445	02
24	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	28
25	43,9%	1.170	10,3%	657	0,0%	-	18,0%	1.827	21
26	82,5%	1.514	76,4%	1.158	100,0%	-	86,3%	2.672	19
27	81,9%	484	100,0%	-	100,0%	-	94,0%	484	25
28	33,6%	715	29,1%	958	15,9%	1.826	26,2%	3.500	15

Continua

## Conclusão

Tabela 8 – Quadro consolidado de eficiência e metas

DMU	2012		2013		2014		Média da EFF %	Total da Meta	Classificação da Meta (d)
	EFF %	Meta	EFF %	Meta	EFF %	Meta			
29	75,6%	2.673	74,6%	2.394	78,5%	2.985	76,2%	8.052	07
30	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	28
31	9,8%	937	100,0%	-	100,0%	-	69,9%	937	22
32	100,0%	-	72,4%	111	75,1%	152	82,5%	263	26
33	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	28
34	41,5%	823	16,9%	1.836	33,9%	922	30,8%	3.580	13
35	16,5%	1.421	2,0%	1.453	46,6%	1.172	21,7%	4.046	11
36	100,0%	-	100,0%	-	70,1%	23	90,0%	23	27
37	86,2%	295	70,0%	1.339	60,5%	1.560	72,2%	3.194	16
38	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	28
39	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	28
40	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	100,0%	-	28
<b>TOTAIS</b>	<b>-</b>	<b>29.176</b>	<b>-</b>	<b>45.130</b>	<b>-</b>	<b>62.891</b>	<b>-</b>	<b>137.197</b>	<b>-</b>

Fonte: Elaboração do autor

Tabela 9 – Peers/Benchmarks entre as DMU's eficientes e não eficientes do ano de 2012

DMU	EFF	EFICIENTES (100%)																	
		03	04	06	07	11	13	14	18	20	21	22	24	30	32	33	36	38	39
	01	27,8%		0,2838								0,0014					0,7148		
	02	76,8%			0,0491			0,3606					0,5903						
	05	86,6%											0,3315					0,1943	
N	08	96,8%	0,2851															0,7149	
A	09	68,3%		0,2036										0,0271			0,1131		
O	10	87,5%		0,0001	0,1778	0,7723				0,0436				0,0061					
	12	0,0%			0,6128							0,0389							
	15	17,0%											0,1242			0,3604			
E	16	95,3%				0,3942						0,6058							
F	17	31,9%									0,4915			0,0747					
I	19	62,2%									0,0211			0,0071					
C	23	48,6%			0,0258	0,4661				0,1674	0,3407								
I	25	43,9%	0,2465																
E	26	82,5%		0,1385	0,1321		0,5230						0,1927						
N	27	81,9%			0,2177							0,4865							
T	28	33,6%								0,1305				0,3374					
E	29	75,6%		0,0504	0,2707			0,4682					0,1684			0,0423			
S	31	9,8%			0,0044		0,1258					0,8698							
	34	41,5%		0,0756						0,1057				0,0060					
	35	16,5%		0,1902										0,1873					
	37	86,2%										0,1211			0,0649				

Fonte: Elaboração do autor

Tabela 10 – Peers/Benchmarks entre as DMU's eficientes e não eficientes do ano de 2013

DMU	EFF	EFICIENTES (100%)																	
		03	07	08	10	11	14	18	20	21	22	24	27	30	31	33	36	38	39
	01	27,4%		0,3027									0,3399						
	02	58,7%			0,5252								0,0336	0,1637					
N	04	73,3%	0,0902	0,7622													0,0262	0,0375	
N	05	77,6%											0,6752						0,2266
A	06	79,0%								0,1466							0,1653	0,1016	
O	09	74,4%										0,0009					0,1305		
	12	0,0%							0,1534		0,0895							0,1581	
	13	96,5%	0,3731								0,6269								
E	15	27,2%	0,0594	0,5382												0,0666	0,3358		
F	16	49,4%									0,2940					0,2461			
I	17	19,3%		0,5758							0,0104								
C	19	26,7%							0,0087							0,0144			
I	23	44,8%	0,0459	0,3023							0,6517								
E	25	10,3%							0,0783								0,0169		
N	26	76,4%		0,3924					0,0301				0,1646						
T	28	29,1%								0,0658					0,0718				
E	29	74,6%							0,1852				0,4000				0,0839		
S	32	72,4%		0,0413						0,0398									
	34	16,9%							0,2623		0,0005					0,0143			
	35	2,0%							0,1140							0,0964			
	37	70,0%							0,5385							0,0041			

Fonte: Elaboração do autor

Tabela 11 – Peers/Benchmarks entre as DMU's eficientes e não eficientes do ano de 2014

DMU	EFF	EFICIENTES (100%)																
		03	05	07	10	11	14	16	20	22	24	26	27	30	31	33	38	39
N A O	01	62,8%						0,4366						0,5635				
	02	85,2%							0,0117		0,5041							0,0043
	04	74,4%	0,0492		0,1878		0,3281			0,1238								0,0766
	06	93,5%						0,29698		0,1526								0,1461
	08	75,5%	0,2414						0,3087									0,4499
	09	51,8%				0,3794							0,3282	0,1873				
	12	11,8%							0,0507								0,0736	0,0560
	13	76,7%	0,3513								0,6026							0,0460
	15	67,3%		0,0693														
	17	29,9%		0,0778	0,0872		0,3183						0,0003					
E F I C I E N T E S	18	25,1%			0,0882		0,2092		0,0068									0,0453
	19	32,6%					0,0263		0,0374				0,1635					
	21	0,0%																
	23	42,9%	0,0419	0,6207							0,1306	0,2068						
	25	0,0%																
	28	15,9%						0,2546									0,0185	
	29	78,5%	0,0229		0,1983		0,0443		0,2473					0,4872				
	32	75,1%		0,0192							0,0251	0,9557						
	34	33,9%							0,0378								0,0556	
	35	46,6%														0,0678	0,0259	
	36	70,1%										0,7692						
	37	60,5%				0,4000		0,1171									0,0264	

Fonte: Elaboração do autor

A tabela 12 a seguir apresenta três listas de classificações:

- ✓ Lista A: DMU's classificadas segundo resultado das malhas fiscais da SEFAZ-CE, em ordem decrescente de expectativa de valor de ICMS a ser recuperado.
- ✓ Lista B: DMU's classificadas em ordem decrescente de valor de ICMS a recuperar considerando-se 25% do valor total das metas calculadas pelo modelo DEA para a DMU se tornar eficiente constante na tabela 8. Este percentual corresponde a um cenário de sonegação mais otimista que o estimado por Amaral *et al.* (2009) citado anteriormente.
- ✓ Lista C: DMU's ranqueadas considerando-se o maior valor a ser recuperado entre as listas A e B.

Tabela 12 – Listas classificatórias ranqueadas por valor

<b>Lista A – Malha (SEFAZ-CE)</b>			<b>Lista B – 25% da Meta (DEA)</b>			<b>Lista C: Maior Valor</b>			
<b>Rank</b>	<b>DMU</b>	<b>Recuperar</b>	<b>Rank</b>	<b>DMU</b>	<b>Recuperar</b>	<b>Rank</b>	<b>DMU</b>	<b>Recuperar</b>	<b>Lista</b>
1	27	8.666	1	08	4.690	1	27	8.666	A
2	20	2.830	2	23	3.611	2	08	4.690	B
3	25	2.397	3	13	3.305	3	23	3.611	B
4	39	1.692	4	15	2.531	4	13	3.305	B
5	35	966	5	12	2.313	5	20	2.830	A
6	22	646	6	04	2.175	6	15	2.531	B
7	19	613	7	29	2.013	7	25	2.397	A
8	26	603	8	17	1.952	8	12	2.313	B
9	15	597	9	01	1.252	9	04	2.175	B
10	38	573	10	18	1.071	10	29	2.013	B
11	24	514	11	35	1.012	11	17	1.952	B
12	37	372	12	05	1.004	12	39	1.692	A
13	40	371	13	34	895	13	01	1.252	B
14	17	353	14	02	894	14	18	1.071	B
15	30	305	15	28	875	15	35	1.012	B
16	01	253	16	37	798	16	05	1.004	B
17	06	171	17	16	712	17	34	895	B
18	16	154	18	06	685	18	02	894	B
19	08	138	19	26	668	19	28	875	B
20	04	137	20	09	607	20	37	798	B
21	11	113	21	25	457	21	16	712	B
22	34	112	22	31	234	22	06	685	B
23	33	87	23	10	214	23	26	668	B
24	28	83	24	19	138	24	22	646	A
25	02	68	25	27	121	25	19	613	A
26	23	46	26	32	66	26	09	607	B
27	14	39	27	36	6	27	38	573	A
28	18	26	28	03	-	28	24	514	A
29	09	24	28	07	-	29	40	371	A
30	29	20	28	11	-	30	30	305	A

Continua

## Conclusão

Tabela 12 – Listas classificatórias ranqueadas por valor

<b>Lista A – Malha (SEFAZ-CE)</b>			<b>Lista B – 25% da Meta (DEA)</b>			<b>Lista C: Maior Valor</b>			
<b>Rank</b>	<b>DMU</b>	<b>Recuperar</b>	<b>Rank</b>	<b>DMU</b>	<b>Recuperar</b>	<b>Rank</b>	<b>DMU</b>	<b>Recuperar</b>	<b>Lista</b>
31	03		18	28	14	-	31	31	234 B
32	07		6	28	20	-	32	10	214 B
33	05	-	28	21		-	33	11	113 A
33	10	-	28	22		-	34	33	87 A
33	12	-	28	24		-	35	32	66 B
33	13	-	28	30		-	36	14	39 A
33	21	-	28	33		-	37	03	18 A
33	31	-	28	38		-	38	07	6 A
33	32	-	28	39		-	39	36	6 B
33	36	-	28	40		-	40	21	- NA
<b>TOTAL</b>		<b>22.992</b>	<b>TOTAL</b>		<b>34.299</b>	<b>TOTAL</b>		<b>52.453</b>	

Fonte: Elaboração do autor

Nota: Capacidade de fiscalizatória em destaque correspondente a 10% do total de empresas.

## 7 RESULTADOS DO MODELO

A partir da tabela 12 pode-se observar:

- ✓ Em relação a lista A, os totais a recuperar da lista B e C são superiores em 49% e 128% respectivamente;
- ✓ Em relação a lista A, observa-se na faixa fiscalizável que a lista B apresenta total a recuperar 9% inferior, entretanto a lista C apresenta acréscimo de 30%. Neste ponto e no quesito anterior observa-se que a lista C propicia metas maiores a recuperar tanto na lista total como na capacidade fiscalizatória correspondente as quatro primeiras posições;
- ✓ Dentre as DMU's que se apresentaram como eficiente nos três exercícios, a 22 foi a que mais influenciou como *benchmark/peer* para as DMU's ineficientes;
- ✓ O modelo apresenta a DMU 13 com valores a recuperar consideráveis e que jamais seria fiscalizada na metodologia atual utilizada pelo fisco (lista A).

## 8 CONCLUSÕES

A eficiência do modelo somente será conhecida após a conclusão das ações fiscais e do monitoramento das empresas, ou ainda na revisão fiscal, desta forma possibilitando-se a comparação com os valores estimados pelo modelo DEA.

A lista C sugere que a conjunção dos dois modelos apresenta melhores resultados de metas a serem alcançadas. Assim o incremento de 30% na meta de recuperação de ICMS sobre o modelo tradicional na faixa fiscalizatória, a disponibilidade da solução desenvolvida nesta pesquisa e o acesso a todas as informações necessárias para diversos cluster's do cadastro de contribuinte da SEFAZ-CE, são elementos mais que suficientes que viabilizam a utilização de DEA no processo de planejamento para o monitoramento e fiscalização de empresas.

Confirmado-se os valores estimados pelo DEA aos cluster's de empresas do SN viabilizam-se oportunidades para políticas públicas de:

- ✓ Aplicação de DEA aos cluster's de empresas do regime normal;
- ✓ Redistribuição dos recursos humanos em auditoria com base nas metas de recuperação de ICMS estabelecidas;
- ✓ Avaliação de fiscalizações e monitoramento sujeitos a revisão fiscal;
- ✓ Identificação de novas empresas âncoras (peers) que possuem elevados índices de influência na estimativa das metas de outras empresas.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, G. L.; OLENIKE, J. E.; AMARAL, L. M. F.; STEINBRUCH, F. **Estudo Sobre Sonegação Fiscal das Empresas Brasileiras.** Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário, 2009. Disponível em: <<https://ibpt.com.br/img/uploads/novelty/estudo/49/EstudoVeQuedaNaSonegacaoFiscalDasEmpresasBrasileiras.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2017.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0377221778901388>>. Acesso em: 01 nov. 2017.
- DYSON, R. G.; ALLEN, R.; CAMANHO, A. S.; PODINOVSKI, V. V.; SARRICO, C. S.; SHALE, E. A. Pitfalls and protocols in DEA. **European Journal of Operational Research**, v. 132, n. 2, p. 245–259, 2001.
- FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency of Production. **Journal of the Royal Statistical Society, Series A**, v. 120, n. 3, p. 253-281, 1957.
- FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J. **Administração de serviços:** operações, estratégia e tecnologia da informação. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- GOMES, Adriano Provezano; BAPTISTA, Antônio José Medina dos Santos. Análise Envoltória de Dados: conceitos e modelos básicos. In: SANTOS, Maurinho Luiz dos; VIEIRA, Wilson da Cruz. **Métodos Quantitativos em Economia.** Viçosa: UFV, 2004.
- MATOS, Paulo Rogério Faustino. Análise do impacto das fontes alternativas de financiamento na eficiência e na produtividade dos entes federativos subnacionais no Brasil após a Lei de Responsabilidade Fiscal. **Rev. Adm. Pública**, v. 51, n. 4, p. 482-508. ISSN 0034-7612. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0034-7612162769>>.
- RIBEIRO, A. W. de Almeida. Eficiência na Arrecadação Tributária dos Estados Brasileiros: Uma Análise Utilizando A Metodologia Por Envoltória De Dados (Dea) e Índice Malmquist. **Ver. Tekhne e logos**, v. 8, n. 2, p. 44-60. ISSN 2176-4808.
- ROJAS, Alexandre. Resolvendo Problemas de Programação Linear com o MS Solver. **Cadernos do IME**: Série Informática, v. 13, dez. 2002. Disponível em: <[http://www.pucrs.br/famat/viali/graduacao/po\\_2/literatura/excel\\_solver/6593-23599-1-PB.pdf](http://www.pucrs.br/famat/viali/graduacao/po_2/literatura/excel_solver/6593-23599-1-PB.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2017.