

Análise da eficiência da Lei de Informática por meio da Análise Envoltória de Dados

Marcelo Clinger Vieira Cavalcante (Universidade Federal do Amazonas) marcelo.vcavalcante@hotmail.com

Augusto César Barreto Rocha (Universidade Federal do Amazonas) augusto@ufam.edu.br

Resumo:

A Lei de Informática (LI) pode ser considerada como um dos principais mecanismos que estimulam as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) nacionalmente. Apesar dos valores investidos pela iniciativa privada e pelo governo federal, pouco se sabe acerca da eficiência da legislação. Em função disso, objetivo do estudo é analisar a eficiência da LI por meio da Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) utilizando quatro cenários de análise a partir da disponibilidade dos dados. Considerando os anos de 2006 a 2014 como *Decision-making Units* (DMU), foram empregados os modelos desenvolvidos por Chornor, Cooper e Rhodes (CCR) e Banker-Chornor-Cooper (BCC), orientados às entradas. Os dados de renúncia fiscal, pessoal de P&D e obrigação em investimentos em P&D foram os indicadores de entrada; como indicadores de saída, foram utilizadas a quantidade de patentes e publicações. A partir dos cenários criados, verificou-se que em média 217 milhões de reais foram indevidamente renunciados pelo governo e 156 milhões de reais nas obrigações de investimento em P&D pelas empresas podem ter sido ineficientemente convertido em salários, equipamentos e demais despesas de P&D. Os resultados apontam que o ano de 2014 foi o mais eficiente ao passo que o ano de 2010 tenha sido o mais ineficiente.

Palavras chave: DEA, Eficiência, Lei de Informática.

Analysis of the efficiency of the Informatics Law by means of the Data Envelopment Analysis

Abstract

Informatics Law can be considered as one of the main mechanisms that stimulate Research and Development (R&D) activities nationally. Despite the amounts invested by the private sector and the federal government, little is known about the effectiveness of legislation. Therefore, the objective of the study is to analyze the efficiency of Informatics Law by means of Data Envelopment Analysis (DEA) using four scenarios of analysis based on data availability. Considering the years 2006 to 2014 as decision-making units (DMU), input-oriented models developed by Chornor, Cooper and Rhodes (CCR) and Banker-Chornor-Cooper (BCC) were used. Fiscal resignation, R&D personnel and obligation in R&D investments were input indicators and quantity of patents and publications as output indicators. Based on the scenarios, it was found that on average 217 million reais were unduly waived by federal government and 156 million reais in companies' R&D investment obligations may have been inefficiently converted into salaries, equipment and other R&D expenses. The results indicate that the year 2014 was the most efficient while 2010 was the most inefficient.

Key-words: DEA, Efficiency, Informatics Law

1. Introdução

Mecanismos que estimulem as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) são um dos principais meios empregados pelas nações na execução das políticas públicas de Ciência e Tecnologia (C&T), que no caso do governo brasileiro, vem-se utilizando a renúncia fiscal para potencializar determinados segmentos considerados de alta tecnologia, tal como o setor de informática por meio da Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, conhecida como Lei de Informática (LI).

Segundo dados do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), a LI representou uma renúncia fiscal de mais de 46 bilhões de reais no período de 1993 a 2015. Apesar do montante expressivo, pouco se sabe se tais recursos estão sendo eficientemente convertidos em saídas, sendo inclusive objeto de auditoria do Tribunal de Contas da União (TCU), no qual o TCU recomenda ao MCTIC, dentre outros pontos, que apresente dados acerca da eficiência dos recursos oriundos da LI (BRASIL, 2014).

Uma ferramenta que vem sendo usada para mensurar a eficiência de sistemas relacionados a atividades de P&D é a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA), que segundo Lu et al. (2016), pode ser aplicada ao contexto da Administração Pública. Por meio de técnicas de programação linear e a partir da seleção de indicadores de entrada e saída sem o estabelecimento prévio de relação entre eles, a DEA calcula a eficiência de um conjunto de unidades tomadoras de decisão (*Decision-making Unit* – DMU).

Desta forma, o objetivo do estudo é analisar a eficiência da LI por meio da DEA. Para tal, foram configurados os parâmetros no modelo DEA e criados quatro cenários de análise para o cálculo da eficiência. Ao final, foi feita a comparação dos resultados de índices de eficiência obtidos nos modelos.

Além da introdução, o artigo é composto pelo referencial teórico, pela metodologia empregada, análise dos resultados e conclusões.

2. Referencial Teórico

2.1 Lei de Informática

Apoiado nos princípios de desenvolvimento científico-tecnológico e visando desenvolver um segmento industrial considerado altamente tecnológico, o governo federal instituiu a Lei nº 8.248/1991, conhecida como Lei de Informática (LI). Essa legislação concede incentivos fiscais às empresas que executam atividades de P&D, sendo válida em todo território nacional, com exceção da Amazônia Ocidental, área regida pela Lei nº 8.387/1991. Podem ser enquadradas à lei as fabricantes de bens de informática e automação.

O incentivo fiscal concedido pela lei ocorre por meio da renúncia fiscal, especificamente a redução do Imposto sobre o Produto Industrializado (IPI). Segundo Sicsú, Andreazzi e Holguin (2008), a renúncia fiscal pode ser entendida como a parcela dos tributos que o Estado opta por não arrecadar, mas que seria devida para pessoas físicas e jurídicas. Para Memória (2015), a renúncia fiscal, enquanto política nacional de inovação tecnológica, representa uma opção de investimento, pois o valor renunciado poderia ser destinado a outros serviços considerados essenciais, tais como segurança pública, educação, saúde, transporte e habitação.

Para Prochnik et al. (2015), a LI representa atualmente a mais importante política brasileira de incentivo a gastos em P&D, além de ser o principal benefício fiscal para as empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) no Brasil. Em linhas gerais, os objetivos da LI são (MATTOS, 2011; PROCHNIK et al., 2015; SOUSA, 2011):

a) Estabelecer uma política industrial para bens e serviços de informática e automação;

- b) Desenvolver o processo produtivo no Brasil, cujo instrumento mais importante são as portarias interministeriais que definem o Processo Produtivo Básico (PPB) de cada produto;
- c) Incentivar as atividades de P&D;
- d) Estimular a demanda por produtos de TICs;
- e) Promover a formalização das empresas montadoras de equipamentos, especialmente no caso dos microcomputadores pessoais;
- f) Acelerar o processo de inclusão digital;
- g) Estabelecer barreira comercial a produtos importados;
- h) Tornar os custos da produção e consumo locais mais baixos; e
- i) Estimular o adensamento da cadeia produtiva eletrônica.

Para Mattos (2011), um dos adventos proporcionados pela LI no contexto nacional é a modificação do sistema setorial de inovação e produção local, visto que a legislação favorece a atuação das empresas (sendo na maioria dos casos as transnacionais). Todavia, os efeitos decorrentes da LI só podem ser conhecidos quando são devidamente avaliados.

Nesse contexto, Mattos (2011) verificou se a LI foi capaz de promover melhorias no sistema setorial de inovação da indústria de TICs brasileira por meio da aproximação das relações entre firmas e instituições para atividades de P&D, além de promover uma maior competitividade dos produtos nacionais frente aos importados. Para a autora, apesar de o Estado brasileiro prover a infraestrutura e os estímulos para a intensificação das atividades de P&D (atividades com potencial para a geração de inovação), somente nas empresas se pode observar se esse esforço tem gerado resultados (por meio de novos processos, produtos e serviços). Ademais, a LI promove melhorias aquém do que poderia, pois apesar do alto montante, não há uma articulação estruturada para impulsionar o sistema de inovação. Isto ocorre, segundo a autora, pelo fato de o valor do investimento em P&D estar vinculado ao faturamento da empresa, além de a empresa decidir onde aplicará o recurso, sem uma definição de foco por parte do governo. Por fim, a autora conclui que é incerto se a LI seria suficiente para promover o adensamento da cadeia produtiva e tecnológico e colocar o Brasil como um grande fornecedor internacional desta indústria.

Sousa (2011) investigou a medida na qual o modelo de incentivos da LI contribuiu para os resultados ineficientes da lei nos seus primeiros 20 anos de atuação. Segundo o autor, a dinâmica pela qual as empresas executam as atividades de P&D seria uma das causas. Devido à obrigatoriedade, as empresas podem investir um montante representativo em áreas que não são de interesse ao desenvolvimento científico-tecnológico nacional. Outra possibilidade é a empresa utilizar os recursos obrigatórios de P&D em atividades que já seriam executadas normalmente sem a existência da lei (correção de falhas de produtos, por exemplo), ou seja, o recurso não seria utilizado na finalidade almejada pela legislação. Para os autores, considerando ainda estudos anteriores já realizados sobre esta temática, os principais problemas da LI são: inserção limitada das firmas brasileiras internacionalmente, impactando nos indicadores da balança comercial; agregação de valor reduzida no Brasil, principalmente a tecnológica, visto que o modelo instituído favorece mais as montadoras de produtos; e baixa densidade científica e tecnológica dos investimentos realizados em P&D.

Salles-Filho et al. (2012) analisaram a medida pela qual a LI levou ao aumento da densidade produtiva e tecnológica da indústria de TICs no Brasil e à ampliação de sua participação no mercado internacional. Os autores concluem que no período estudado (de 1998 a 2008), o adensamento da cadeia produtiva está relacionado somente à manufatura, não impactando no

desenvolvimento de tecnologia. Neste mesmo período, houve aumento na produção e comercialização de TICs; todavia, tal fenômeno está relacionado à demanda interna, ou seja, não houve mudança significativa da indústria de informática nacional no mercado estrangeiro.

Prochnik et al. (2015) discutem a LI a partir da literatura internacional sobre programas de incentivo à P&D, trabalhos em economia e em ciência política sobre a LI e a evolução da gestão governamental da concessão de incentivos e do acompanhamento da política. Os autores constatarem que nos dois principais requisitos da lei, a saber, a exigência de conteúdo local na fabricação do produto (ou seja, o adensamento na cadeia produtiva) e o investimento em atividades de P&D, não têm sido sinérgicos. Concluem então que os impactos da Lei são inexpressivos para as empresas beneficiárias.

Além dos referidos estudos acadêmicos, a LI foi objeto de auditorias pelos órgãos de controle federais, tal como a executada pelo Tribunal de Contas da União (TCU) em 2014, que tinha como principal objetivo apresentar aos gestores públicos a situação da LI, identificando alguns pontos de atenção em relação aos resultados:

[...] crescente déficit comercial do setor incentivado; baixo valor de exportações; exigência de produção local concentrada nas etapas menos nobres da cadeia de valor (montagem e soldagem); ausência de tratamento para os casos de empresas que realizam as etapas mais nobres da cadeia de valor, mas preferiram, por razões econômicas, produzir no exterior; tratamento homogêneo ao conjunto heterogêneo de empresas beneficiadas; possibilidade de estrutura inadequada de governança dos institutos de pesquisa; e opção por convênios com universidades fortemente correlacionada a exigências legais.” (BRASIL, 2014, p. 10).

A partir destas análises constata-se que os resultados esperados da LI em vários objetivos são aquém do esperado em seus 25 anos de existência. Especificamente no que concerne às atividades de P&D e considerando a literatura relacionada à eficiência de sistemas relacionados a P&D, pode-se ter uma nova perspectiva da eficiência da LI ao utilizar a DEA.

2.2 Eficiência e DEA

A eficiência é um conceito empregado como indicador de desempenho de diversos tipos de sistemas e que representa a relação entre as produzidas para um dado conjunto de entradas utilizadas. Para Cooper, Seiford & Tone (2007), a eficiência mede a produtividade parcial, pois é a razão entre saídas e entradas de determinado sistema sem considerar, todavia, todas as entradas e saídas existentes, mas somente aqueles cujos indicadores estejam disponíveis e os dados sejam confiáveis. Para os autores, a medida da produtividade total só seria possível se fossem levadas em consideração todas as entradas e todas as saídas.

Inúmeros métodos foram desenvolvidos para o cálculo da eficiência; dentre eles, destaca-se a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA). A DEA é uma técnica de programação linear destinada ao estudo da eficiência de sistemas utilizando as informações disponíveis de entradas e saídas quando não há relação definida entre elas.

Segundo Wang e Huang (2007), a inexistência de relação prévia entre entradas e saídas é uma solução para a falta conhecimento preciso e de engenharia acerca da inter-relação dos indicadores. Emrouznejad e de Korte (2010) afirmam que a DEA representa um modelo de análise determinístico não-paramétrico: determinístico pois considera somente o conjunto de dados observados e presentes no estudo; não-paramétrico porque não há uma função produção previamente estabelecida entre as entradas e as saídas.

Assim, espera-se que cada unidade estudada obtenha a eficiência máxima (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007). O chamado conjunto ótimo de pesos utilizados nas entradas e saídas é obtido por meio dos métodos de programação linear empregados na DEA, que são obtidos

quando se maximiza a razão saída/entrada resultante de cada unidade em relação às demais unidades presentes no estudo.

Apesar de tais vantagens, Cincera, Czarnitzki e Thorwarth (2009) apontam que a extrema dependência da acurácia dos dados, a dificuldade na distinção entre saídas (outputs) e resultados (outcomes) e o fato de a fronteira de eficiência ser calculada exclusivamente em função do conjunto de dados informados são as principais desvantagens na utilização da DEA. Wang e Huang (2007) ainda apontam como desvantagem o fato de o método ter que considerar pelo menos uma DMU como eficiente para definir a fronteira de eficiência.

Um dos primeiros componentes a ser estabelecido na configuração de um estudo de DEA é a DMU. Cooper, Seiford e Tone (2007, p. 22) a definem como “a entidade responsável por converter entradas em saídas cujos desempenhos são capazes de serem medidos”. É importante frisar que as DMUs consideradas em um estudo sejam homogêneas, ou seja, produzam os mesmos tipos de saída para as mesmas entradas consideradas, variando-se apenas a quantidade ou intensidade em cada DMU. Uma vez calculadas as eficiências num determinado contexto, os melhores DMUs compõem a chamada fronteira de eficiência. De acordo com Cooper, Seiford e Tone (2007), o nome da ferramenta deriva justamente desta característica, visto que os dados abaixo (ou acima, dependendo da abordagem adotada) da fronteira de eficiência são matematicamente “envolvidos”.

Em seguida, o próximo ponto de atenção da DEA é o modelo de análise. Os dois principais modelos utilizados são CCR (desenvolvido por Chorney, Cooper e Rhodes em 1978) e o BCC (desenvolvido por Banker-Chorney-Cooper em 1984). No modelo CCR, assume-se que as atividades têm retornos de escala constantes (CRS – *constant returns-to-scale*), ou seja, qualquer variação nas entradas produzirá efeitos proporcionais nas saídas. Por apresentar tanto características lineares como côncavas, o modelo BCC tem retornos de escala variáveis (VRS – *variable returns-to-scale*). Assim, DMUs analisadas por meio desta abordagem podem apresentar retornos de escala crescentes, decrescentes e até mesmo constantes. Cooper, Seiford e Tone (2007) apontam que geralmente a eficiência de um sistema segundo a abordagem CCR não supera a eficiência obtida por meio da abordagem BCC para este mesmo sistema. Por esta razão, um sistema eficiente em CCR é também eficiente em BCC; todavia, a relação inversa não se prova totalmente verdadeira.

O próximo passo está relacionado ao direcionamento do estudo, ou seja, se será adotada a perspectiva das entradas ou das saídas. No primeiro caso, a DEA minimiza a utilização de insumos para a produção das saídas, ou seja, utilizar menos insumos para produzir os mesmos níveis na saída. Na segunda situação, o objetivo é maximizar os resultados para um dado conjunto de entradas, isto é, produzir mais com os mesmos níveis de entrada. Emrouznejad e de Kitte (2010) apontam, no entanto, que nas situações reais os interessados querem a otimização do sistema como um todo, com a minimização de entradas e maximização das saídas simultaneamente.

Observa-se, portanto, que apesar do alto nível de dependência dos dados, a ferramenta DEA se mostra adequada para a análise da eficiência de sistemas pelo não estabelecimento prévio de inter-relações entre os indicadores de entrada e saída, podendo ser empregada em pesquisas exploratórias.

3. Metodologia

Este trabalho é exploratório, realizado por meio de uma pesquisa documental, tendo uma abordagem quantitativa. Os dados da pesquisa foram obtidos a partir dos relatórios estatísticos disponibilizados no sítio eletrônico do MCTIC, gerados no Sistema de Gestão da Lei de Informática (SIGPLANI). Neste sistema, as empresas beneficiárias da LI encaminham os dados

referentes ao cumprimento das suas obrigações. No sítio eletrônico do MCTIC, estão disponíveis os relatórios estatísticos referentes aos anos de 2006 a 2014.

Considerando que as empresas beneficiárias anualmente são obrigadas a apresentar a execução das atividades de P&D, cada ano (2006 a 2014) será considerado como uma DMU. Pelo caráter exploratório da pesquisa, serão empregados os dois modelos de DEA mais utilizados (CCR e BCC), sendo calculada a escala de eficiência. Foi estabelecido o direcionamento às entradas, pois conforme Hsu e Hsueh (2009), geralmente os insumos estão mais sob o controle da unidade analisada do que as saídas.

A partir dos estudos de Hsu e Hsueh (2009), Lee, Park e Choi (2009), Park (2015) e Lu et al. (2016), que avaliaram a eficiência das atividades de P&D em sistemas nacionais de Ciência e Tecnologia, a pesquisa utilizou os dados de renúncia fiscal e quantidade de pessoal como indicadores de entrada e a quantidade de patentes e publicações nos indicadores de saída. A obrigação em investimentos em P&D também foi considerada como indicador de entrada na análise.

A partir dos relatórios estatísticos do SIGPLANI, constatou-se que não foi disponibilizada a quantidade de publicações para os anos de 2006 a 2009. Em função disso, criaram-se quatro cenários para a análise da eficiência, nos quais eram variados os anos (consequentemente a quantidade de DMUs) e os indicadores de saída conforme a disponibilidade por ano; os indicadores de entrada serão os mesmos nos quatro cenários criados.

- a) cenário 1 – saídas: Patentes (anos 2006 a 2014);
- b) cenário 2 – saídas: Patentes e Publicações (anos 2010 a 2014);
- c) cenário 3 – saídas: Patentes (anos 2010 a 2014);
- d) cenário 2 – saídas: Publicações (anos 2010 a 2014);

Os dados referentes à renúncia fiscal e obrigação de investimento em P&D foram atualizados até o ano de 2014, utilizando o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). A quantidade de recursos humanos é referente ao pessoal informado nas instituições credenciadas e o pessoal de P&D das empresas beneficiárias. Especificamente no ano de 2007, a quantidade de pessoas nas instituições credenciadas não se encontrava disponível no relatório estatístico do SIGPLANI. Para sanear esta situação, estimou-se a tal quantidade por meio de uma regressão linear, considerando a quantidade de pessoas e o valor despendido em recursos humanos nas instituições nos outros anos informados.

Para o cálculo da eficiência, foram utilizados os modelos [CCR-I] e [BCC-I] presentes na planilha habilitada para macro DEA-SOLVER-LV8(2014-12-05).xslm, disponível no CD-ROM na segunda edição do livro “*Data Envelopment Analysis – A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*”, de Cooper, Seiford e Tone (2007).

Após a execução da macro, gera-se uma nova planilha contendo os índices de eficiência das DMUs a partir dos dados informados. Além destes índices, a planilha disponibiliza algumas informações, dentre elas estão: estatística descritiva para cada indicador (máximo, mínimo, média e desvio-padrão); correlação dos indicadores; pesos de cada indicador no cálculo da eficiência; possíveis folgas existentes. Assim, estes procedimentos deverão ser executados para cada modelo (CCR e BCC) para ao fim, calcular a escala de eficiência de um dado DMU.

4. Análise dos Dados

A tabela 1 apresenta os dados obtidos a partir dos relatórios estatísticos do SIGPLANI. Como

destacado anteriormente, os relatórios estatísticos de 2006 a 2009 não disponibilizaram a quantidade de publicações por ano.

Ano	Renúncia atualizada (R\$ milhões)	Recursos Humanos	Obrigação atualizada (R\$ milhões)	Patentes	Publicações
2006	3.091,80	15663	659,08	179	-
2007	4.101,29	20862	797,65	231	-
2008	4.456,84	18925	887,48	362	-
2009	4.130,78	19408	778,08	335	-
2010	4.535,22	20000	1.069,04	265	400
2011	4.512,03	21213	993,39	366	353
2012	5.050,86	21646	1.109,03	417	499
2013	5.253,75	22681	1.574,71	420	573
2014	5.207,26	24055	1.446,93	528	580

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 1 – Indicadores de entrada e saída coletados entre 2006 e 2014

A tabela 2 apresenta os valores obtidos de eficiência para os modelos definidos, entre os anos de 2006 e 2014.

Ano	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3			Cenário 4		
	CCR	BCC	EE	CCR	BCC	EE	CCR	BCC	EE	CCR	BCC	EE
2006	0,668	1,000	0,668	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	0,683	0,876	0,779	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	1,000	1,000	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	1,000	1,000	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	0,646	0,860	0,751	0,862	1,000	0,862	0,666	1,000	0,666	0,862	1,000	0,862
2011	0,919	0,949	0,968	0,980	1,000	0,980	0,980	1,000	0,980	0,791	1,000	0,791
2012	0,961	0,964	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2013	0,844	0,913	0,924	1,000	1,000	1,000	0,844	0,959	0,880	1,000	1,000	1,000
2014	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Média	0,858	0,951	0,898	0,969	1,000	0,969	0,898	0,992	0,905	0,931	1,000	0,931
Máximo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Mínimo	0,646	0,860	0,668	0,862	1,000	0,862	0,666	0,959	0,666	0,791	1,000	0,791
Desvio-padrão	0,153	0,056	0,130	0,060	0,000	0,060	0,145	0,019	0,143	0,098	0,000	0,098

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 2 – Eficiências CCR e BCC calculadas entre 2006 e 2014

Observa-se que nos cenários 2 e 4, todas as cinco DMUs foram considerados eficientes no modelo BCC. De acordo com Lee, Park e Choi (2009), esta situação pode ter ocorrido em função da baixa discriminação de configuração dos modelos, ou seja, a quantidade de DMU é próxima à quantidade de indicadores de entrada e saída. No modelo CCR, os anos de 2010 e 2011 foram as DMUs ineficientes nestes dois cenários. Ainda em relação a estes cenários, nota-se que não estava presente o indicador de saída relacionado a publicações. Em se tratando dos cenários 1 e 3, verifica-se que a eficiência calculada para os anos de 2010 a 2014 é relativamente em função dos anos adicionais constantes no cenário 1.

Além dos índices de eficiência, pode-se analisar as folgas dos indicadores, conforme tabela 3, que apresenta a média das folgas observadas nas DMUs considerando os quatro cenários.

Ano	Renúncia atualizada (R\$ milhões)	Recursos Humanos	Obrigação atualizada (R\$ milhões)	Patentes	Publicações
2006	-	402	-	-	-
2007	77,312	1234	-	-	-
2008	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-
2010	21,833	43	19,091	13	-
2011	-	656	-	-	21
2012	35,958	-	-	-	-
2013	82,519	-	137,495	-	-
2014	-	-	-	-	-

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 3 – Média das folgas dos indicadores de entrada e saída entre 2006 e 2014

Referente à renúncia, observa-se a folga média nos anos de 2007, 2010, 2012 e 2013, resultando em mais de 217 milhões de reais. Assim, constata-se que este valor foi indevidamente renunciado pelo governo federal no estímulo das atividades de P&D. Para os recursos humanos, houve folgas em quatro anos distintos. Quanto às obrigações, nota-se a folga nos anos de 2010 e 2013, resultando em mais de 156 milhões de reais. Tal quantia pode ter sido ineficientemente convertido em salários, compra de equipamentos e outros itens declaráveis como dispêndio de P&D.

Nas saídas, foram observadas uma média de folga de treze patentes em 2010 e 21 publicações em 2011. Diferentemente da entrada, que considera a folga como desperdício, na saída essas folgas representam a quantidade adicional que poderia ter sido produzida para que a DMU fosse considerada eficiente.

A partir dos dados analisados, conclui-se que ano de 2010 figura como um dos mais ineficientes visto que teve a menor eficiência calculada em três dos quatro cenários propostos. Tal situação é decorrente das folgas observadas nos indicadores de entrada e saída desta DMU. Por outro lado, o ano de 2014 pode ser considerado o mais eficiente pois teve o coeficiente máximo de eficiência nos quatro cenários, bem como não apresentou folgas nos indicadores considerados.

5. Conclusões

A Lei de Informática é atualmente uma das principais políticas que estimulam as atividades de P&D. Em função das quantias expressivas renunciadas pelo governo federal, é constante a preocupação acerca da eficiência dos recursos oriundos da legislação. Em função disso, esse estudo apresentou a possibilidade de utilização da DEA como ferramenta para mensuração da eficiência da lei no que concerne as atividades de P&D.

Foram configurados quatro cenários de análise com a DEA utilizando os dois principais modelos da DEA (CCR e BCC) e orientação às entradas. A renúncia fiscal do governo federal, a quantidade de pessoal envolvido na execução das atividades de P&D e a obrigação em investimentos em P&D pelas empresas beneficiárias foram os indicadores de entrada e na saída utilizou-se a quantidade de patentes e publicações.

A partir dos dados do SIGPLANI para os anos de 2006 a 2014, verificou-se que na média dos

cenários propostos, houve uma folga na renúncia fiscal de mais de 217 milhões de reais (referente aos anos de 2007, 2010, 2012 e 2013), ou seja, esse valor foi indevidamente renunciado pelo governo federal. Além disso, 156 milhões de reais referentes às obrigações em P&D das empresas beneficiárias podem ter sido ineficientemente convertidos em salários, compra de equipamentos e outros itens declaráveis como dispêndio de P&D.

Os dados da pesquisa apontam que o ano de 2010 foi o mais ineficiente entre os anos analisados ao passo que o ano de 2014 foi o mais eficiente. É importante salientar que a análise dos anos de 2006 a 2009 baseia-se somente a partir dos resultados do cenário 1, ao passo que a análise dos anos de 2010 a 2014 está baseada da média dos resultados obtidos dos quatro cenários propostos.

Por fim, cabe destacar a limitação da pesquisa em relação aos dados utilizados, visto que não foram efetivamente validados pelo MCTIC, mas somente baseados nos dados encaminhados pelas empresas beneficiárias. Assim, é possível que parte dos valores investidos sejam reprovados após a análise do MCTIC, influenciando diretamente na análise da eficiência por meio da DEA. Além disso, as constatações encontradas estão baseadas nos dados da própria LI, ou seja, resultados diferentes poderiam ser obtidos caso fossem incluídos na análise dados de outras políticas de estímulo às atividades de P&D, assim como outras DMUs ou outros indicadores.

Referências

- BRASIL.** Auditoria na Lei de Informática. Tribunal de Contas da União. Brasília, 2014.
- CINCERA, M.; CZARNITZKI, D.; THORWARTH S.** *Efficiency of public spending in support of R&D activities*. Economic Papers. n.376, 2009.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE K.** *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. 2. ed. Nova Iorque: Springer, 2007.
- EMROUZNEJAD, A.; DE WITTE, K.** *COOPER-framework: a unified process for non-parametric projects*. European Journal of Operational Research, v.207, n.3, p.1573-1586, 2010.
- HSU, F. M.; HSUEH, C. C.** *Measuring relative efficiency of government-sponsored R&D projects: a three-stage approach*. Evaluation and Program Planning. Vol. 32, n.2, p.178-186, 2009.
- LEE, H.; PARK, Y.; CHOI, H.** *Comparative evaluation of performance of national R&D programs with heterogeneous objectives: A DEA approach*. European Journal of Operational Research. Vol. 196, p.847-855, 2009.
- LU, W. M. et al.** *Evaluating the efficiency of dual-use technology development programs from the R&D and socio-economic perspectives*. Omega. Vol. 62, p.82-92, 2016.
- MATTOS, C. V.** *Impacto da Lei de informática no sistema setorial de inovação e produção da indústria de TICs no Brasil*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2011. Dissertação de Mestrado.
- MEMÓRIA, CV.** *Incentivos para inovação tecnológica: um estudo da política pública de renúncia fiscal no Brasil*. Brasília: Universidade de Brasília, 2014. Dissertação de Mestrado.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA.** Relatório estatístico preliminar de resultados da Lei de Informática – ano base 2006. Versão 1.1. Disponível em <http://sigplani.mct.gov.br/arquivos/RDA2006-RelatorioEstatistico_V1.1.pdf>. Acesso em 13 set. 2017.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA.** Relatório preliminar de resultados da Lei de Informática – ano base 2007. Disponível em <<http://sigplani.mct.gov.br/arquivos/RDA2007-RelatorioEstatistico.pdf>>. Acesso em 13 set. 2017.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA.** Relatório estatístico preliminar de resultados da Lei de Informática – ano base 2008. Versão 1.4. Disponível em <<http://sigplani.mct.gov.br/arquivos/RDA2008-RelatorioEstatistico-V1.4.pdf>>. Acesso em 13 set. 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Relatório estatístico preliminar de resultados da Lei de Informática – ano base 2009. Versão 1.2. Disponível em <<http://sigplani.mct.gov.br/arquivos/RDA2009-RelatorioEstatistico-v1.2.pdf>>. Acesso em 13 set. 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Relatório estatístico preliminar de resultados da Lei de Informática – 8.248/91 e suas alterações – Dados dos relatórios demonstrativos do ano base 2010. Versão 1.0. Disponível em <<http://sigplani.mct.gov.br/arquivos/RelatorioEstatisticoPreliminar.pdf>>. Acesso em 13 set. 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Relatório de resultados da Lei de Informática – Lei nº 8.248/91 – Dados dos relatórios demonstrativos do ano base 2011. Versão 2. Disponível em <<http://sigplani.mct.gov.br/arquivos/RDA-2011-RelatorioEstatistico.pdf>>. Acesso em 13 set. 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Relatório de resultados da Lei de Informática – Lei nº 8.248/91 – Dados dos relatórios demonstrativos do ano base 2012. Versão 2. Disponível em <<http://sigplani.mct.gov.br/arquivos/RDA-2012-RelatorioEstatistico.pdf>>. Acesso em 13 set. 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Relatório de resultados da Lei de Informática – Lei nº 8.248/91 – Dados dos relatórios demonstrativos do ano base 2013. Versão 3. Disponível em <<http://sigplani.mct.gov.br/arquivos/2013RelatorioEstatistico.pdf>>. Acesso em 13 set. 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Relatório de resultados da Lei de Informática – Lei nº 8.248/91 – Dados dos relatórios demonstrativos do ano base 2014. Versão 1. Disponível em <<http://sigplani.mct.gov.br/arquivos/RelatorioEstatisticoA5VersaoGrafica2014v1.pdf>>. Acesso em 13 set. 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Séries históricas dos resultados da Lei de Informática – Lei nº 8.248/91 – Dados dos relatórios demonstrativos de anos base 2006 a 2014. Versão 1. Disponível em <<http://sigplani.mct.gov.br/arquivos/SeriesHistoricasRDA.pdf>>. Acesso em 13 set. 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E COMUNICAÇÕES. 2.2.7 *Brasil: Valor da renúncia fiscal do governo federal segundo as leis de incentivo à pesquisa, desenvolvimento e capacitação tecnológica, 1990-2015.* Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/recursos_aplicados/governo_federal/2_2_7.html>. Acesso em: 11 set. 2017.

PARK, S. *Evaluating the efficiency and productivity change within government subsidy recipients of a national technology innovation research and development program.* R&D Management. Vol. 45, n.5, p.549-568, 2015.

PROCHNIK, V. et al. *A política da política industrial: o caso da Lei de Informática.* Revista Brasileira de Inovação. Vol. 14, n. esp., p.133-152, 2015.

SALLES-FILHO, S. et al. *Avaliação de impactos da Lei de Informática: uma análise da política industrial e de incentivo à inovação no setor de TICs brasileiro.* Revista Brasileira de Inovação. Vol. 11, n. esp., p.191-218, 2012.

SICSÚ, B.; ANDREAZZI, M. F. S.; HOLGUIN, T. G. *O comportamento da renúncia fiscal oriunda dos gastos com atenção à saúde entre os anos de 1996 e 2003.* Revista de Economia Política. Vol. 28, n.4, p.631-647, 2008.

SOUSA, R. A. F. *20 anos da LI - Estamos no caminho certo?* Radar – Tecnologia, Produção e Comércio Exterior. n.16, p.27-36, 2011.

WANG, E. C.; HUANG, W. *Relative efficiency of R&D activities: a cross-country study accounting for environmental factors in the DEA approach.* Research Policy, v.36, p.260-273, 2007.