



# ANÁLISE DA EFICIÊNCIA GLOBAL A PARTIR DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA), TENDO A INOVAÇÃO COMO DIFERENCIAL COMPETITIVO

Área temática: Gestão do Conhecimento Organizacional

**Paulo Ricardo Cosme Bezerra**

paulorcbezerra@gmail.com

**Mariana Rodrigues de Almeida**

almeidamariana@yahoo.com.br

**Resumo:** A inovação é considerada como o principal fator que permite às sociedades e às economias tornarem-se solidamente mais desenvolvidas. A designada “new growth theory”, e as críticas por ela proporcionada, vieram, de fato, colocar a inovação no centro de um novo modelo de crescimento econômico e de desenvolvimento, em que a capacidade de produzir, disseminar, absorver e recombina conhecimentos ocupa um papel-chave (FERRÃO, 2002). Para Rolim (2003) a ênfase colocada na inovação como a responsável pela diferenciação das economias dos países ocupa um espaço cada vez mais amplo na literatura econômica. Os mais variados enfoques as colocam como peça fundamental em suas elaborações analíticas. Ela está presente na discussão dos sistemas nacionais de inovação, na chamada economia evolucionista (LUNDVALL, 1992), na discussão dos clusters industriais (PORTER, 1990), na perspectiva dos economistas da teoria da regulação (AMABLE et al., 1997), na dos autores que trabalharam com os distritos industriais (BECATTINI, 1991) e até mesmo na de autores da economia neoclássica (ROMER, 1990). A inovação surge, neste contexto, associada à ideia de descoberta científica decorrente do funcionamento das atividades ditas de investigação e desenvolvimento, praticadas no interior das empresas ou em instituições de investigação ou do ensino superior. Os processos de inovação ocorrem quando, a partir dessa descoberta e da construção de protótipos de natureza experimental, é possível generalizar determinados procedimentos metodológicos que permitem transformar a descoberta num tipo de conhecimento tecnológico genérico, isto é, potencialmente apropriável por qualquer entidade que dela possa retirar benefícios para a atividade que desenvolve. Esta visão dos processos de inovação é claramente sequencial, hierárquica e descendente. O objetivo desse artigo é analisar a eficiência dos países entre o período de 2012 a 2014. Para isso, foi utilizada a base de dados do Global Innovation Index, cujo INSEAD (The Business School for the World) e WIPO (World Intellectual Property Organization) perceberam como a inovação tem papel fundamental para o crescimento e desenvolvimento econômico, e acabaram por desenvolver o índice Global de Inovação (GII) para compreender os parâmetros da inovação e seu comportamento (INSEAD e WIPO, 2012). A Análise Envoltória de Dados (DEA – Data Envelopment Analysis) é uma técnica de programação matemática que busca analisar o desempenho, em termos de eficiência relativa, de diferentes unidades tomadoras de decisão (DMUs – Decision Making Units), a partir de um conjunto de inputs e outputs. As DMUs localizadas na fronteira de eficiência servirão de benchmark para as demais. As origens do DEA são reveladas pelos autores Forsound e Sarafoglou (2002) e foi desenvolvida inicialmente por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), com base nos princípios derivados do modelo de Farrell (1957).

**Palavras-chaves:**

## 1. Introdução

A inovação é considerada como o principal fator que permite às sociedades e às economias tornarem-se solidamente mais desenvolvidas. A designada “*new growth theory*”, e as críticas por ela proporcionada, vieram, de facto, colocar a inovação no centro de um novo modelo de crescimento econômico e de desenvolvimento, em que a capacidade de produzir, disseminar, absorver e recombina conhecimentos ocupa um papel-chave (FERRÃO, 2002).

Para Rolim (2003) a ênfase colocada na inovação como a responsável pela diferenciação das economias dos países ocupa um espaço cada vez mais amplo na literatura econômica. Os mais variados enfoques as colocam como peça fundamental em suas elaborações analíticas. Ela está presente na discussão dos sistemas nacionais de inovação, na chamada economia evolucionista (LUNDVALL, 1992), na discussão dos *clusters* industriais (PORTER, 1990), na perspectiva dos economistas da teoria da regulação (AMABLE et al., 1997), na dos autores que trabalharam com os distritos industriais (BECATTINI, 1991) e até mesmo na de autores da economia neoclássica (ROMER, 1990).

Inovação pode assim ser definida (PAVITT, 1984):

*Um produto ou processo de produção novo ou melhorado, comercializado ou utilizado em um país, quer tenha sido desenvolvido primeiro nesse país ou em outro. Além disso, observa-se que a relação entre volume de atividades inovativas e o produto dos setores fornecedores torna-se muito mais forte quando são levadas em conta as diferenças setoriais em oportunidades científicas e tecnológicas.*

A figura 1 procura sistematizar os elementos que estruturam a concepção convencional de inovação.

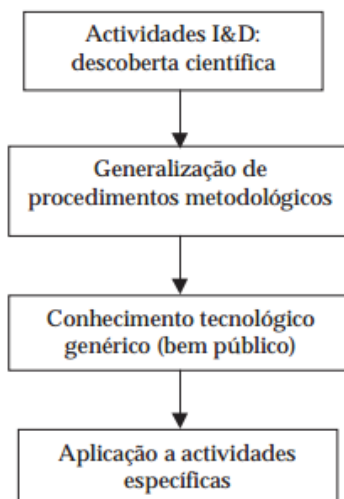


Figura 1 – Concepção convencional de inovação (FERRÃO, 2003).

A inovação surge, neste contexto, associada à ideia de descoberta científica decorrente do normal funcionamento das atividades ditas de investigação e desenvolvimento, praticadas no interior das empresas ou em instituições de investigação ou do ensino superior. Os processos de inovação ocorrem quando, a partir dessa descoberta e da construção de protótipos de natureza experimental, é possível generalizar determinados procedimentos metodológicos que permitem transformar a descoberta num tipo de conhecimento tecnológico genérico, isto é, potencialmente apropriável por qualquer entidade que dela possa retirar benefícios para a atividade que desenvolve. Esta visão dos processos de inovação é claramente sequencial, hierárquica e descendente.

Cada ciclo de inovação inclui, assim, três fases – produção, difusão e adaptação de novos conhecimentos – encadeadas de forma linear e despoletadas a partir de uma origem bem definida, associada ao local da descoberta científica ou à instituição que gere ou promove a sua divulgação.

O objetivo desse artigo é analisar a eficiência dos países entre o período de 2012 a 2014. Para isso, foi utilizada a base de dados do *Global Innovation Index*, cujo INSEAD (*The Business School for the World*) e WIPO (*World Intellectual Property Organization*) perceberam como a inovação tem papel fundamental para o crescimento e desenvolvimento econômico, e acabaram por desenvolver o índice Global de Inovação (GII) para compreender os parâmetros da inovação e seu comportamento (INSEAD e WIPO, 2012).

## **2. Análise Envoltória de Dados (DEA)**

A Análise Envoltória de Dados (*DEA – Data Envelopment Analysis*) é uma técnica de programação matemática que busca analisar o desempenho, em termos de eficiência relativa, de diferentes unidades tomadoras de decisão (*DMUs – Decision Making Units*), a partir de um conjunto de *inputs* e *outputs*.

As DMUs localizadas na fronteira de eficiência servirão de *benchmark* para as demais. As origens do DEA são reveladas pelos autores Forsound e Sarafoglou (2002) e foi desenvolvida inicialmente por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), com base nos princípios derivados do modelo de Farrell (1957).

A eficiência de uma unidade produtiva é medida através da comparação entre os valores observados e os valores ótimos de suas saídas (*output*) e entradas (*input*). Essa

comparação pode ser feita, em linhas gerais, pela razão entre a quantidade mínima necessária de recursos e a quantidade de produtos gerados. Combinações dessas razões podem igualmente prover informações importantes.

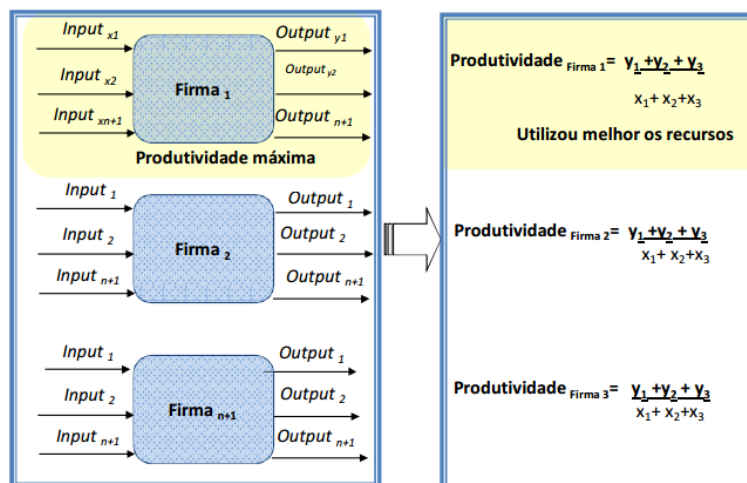


Figura 2 – Esquema de mensuração da eficiência

A DEA tem sido utilizada em diversas áreas do conhecimento, merecendo destaque as aplicações em gestão de políticas públicas para avaliação do desempenho de estados e municípios, no que diz respeito à eficiência na utilização de recursos voltados às áreas de saúde, educação e saneamento, por exemplo.

Os principais objetivos da DEA, podem ser resumidos, conforme Gomes, et al. (2001):

- a) Comparar um certo número de DMUS que realizam tarefas similares e se diferenciam nas quantidades de inputs que consomem e de outputs que produzem;
- b) Identificar as DMUS eficientes, medir e localizar a ineficiência e estimar uma função de produção linear por partes (*piece-wise linear frontier*), que fornece o *benchmark* (referência) para as DMUS ineficientes. Ao identificar as origens e quantidades de ineficiência relativas de cada uma das DMUS, é possível analisar qualquer de suas dimensões relativas a entradas e/ou saídas;
- c) Determinar a eficiência relativa das DMUS, contemplando cada uma, relativamente a todas as outras que compõem o grupo a ser estudado. Assim, sob determinadas condições, DEA pode ser usado na problemática da ordenação como ferramenta multicritério de apoio à decisão;

- d) e) Subsidiar estratégias de produção que maximizem a eficiência das DMUS avaliadas, corrigindo as ineficientes através da determinação de alvos; Estabelecer taxas de substituição entre as entradas, entre as saídas e entre entradas e saídas, permitindo a tomada de decisões gerenciais;
- e) f) Considerar a possibilidade de os *outliers* não representarem apenas desvios em relação ao comportamento “médio”, mas possíveis benchmarks a serem analisados pelas demais DMUS. Os *outliers* podem representar as melhores práticas dentro do universo investigado.

Neste trabalho, as unidades produtivas (DMU) são os 135 países (Quadro 1) no período de 2012 a 2014. Para isso, foi utilizada a base de dados do *Global Innovation Index* utilizando as variáveis apresentadas na Figura 3.

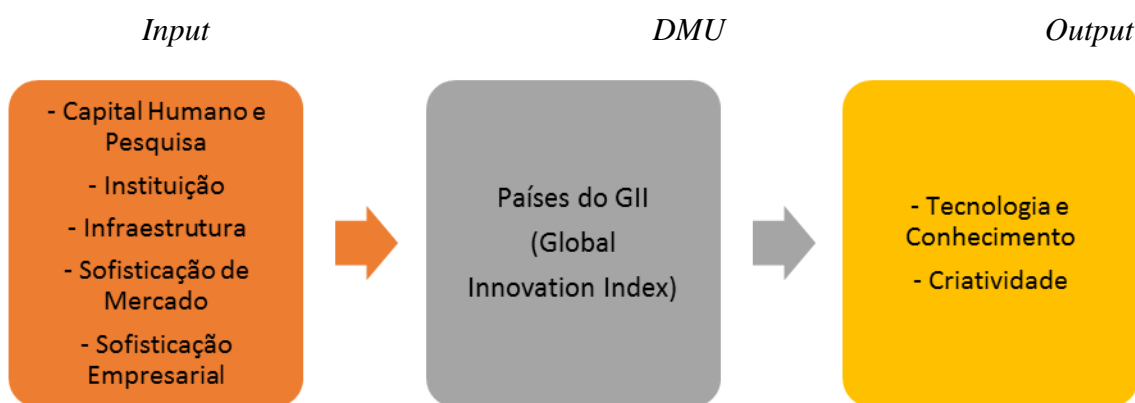


Figura 3 – Modelo de transformação orientado ao input – output

## 2.1. Modelagem Clássica DEA

### 2.1.1. Há dois modelos DEA clássicos: CCR e BCC

- Modelo CCR

O modelo CCR (também conhecido por CRS ou *Constant Returns to Scale*), trabalha com retornos constantes de escala (Charnes et al.,1978). Em sua formulação matemática considera-se que cada DMU  $k$  é uma unidade de produção que utiliza  $n$  inputs  $y_{ik}$ ,  $i = 1, \dots, n$ , para produzir  $m$  outputs  $x_{jk}$ ,  $j = 1, \dots, m$ . Esse modelo maximiza o quociente entre a combinação linear dos outputs e a combinação linear dos inputs, com a restrição de que para qualquer DMU esse quociente não pode ser maior que 1.

<b>Modelo CCR Primal (Forma dos Multiplicadores)</b>	Orientado ao <i>input</i>	$Max = \sum_{i=1}^m u_i \times y_{i0}$ $S.a.$ $\sum_{i=1}^m u_i \times y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \times x_{jk} \leq 0 \text{ para } k$ $= 1, 2, \dots, z$ $\sum_{j=1}^n v_j \times x_{j0} = 1$ $u_i \text{ e } v_j \geq 0, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$	<b>Variáveis</b>  $u_i$ = Utilidade do <i>output</i> $i$ ; $v_j$ = Utilidade do <i>inputs</i> $j$ ; $x_{jk}$ = Quantidade do insumo $j$ da DMU $k$ ; $y_{ik}$ = Quantidade do produto $i$ da DMU $k$ ; $x_{j0}$ = Quantidade do insumo $j$ da DMU em análise; $y_{j0}$ = Quantidade do produto $i$ da DMU em análise; $z$ = Número de unidades em avaliação; $m$ = Número de <i>outputs</i> ; $n$ = Número de <i>inputs</i>
	Orientado ao <i>output</i>	$Min = \sum_{j=1}^n v_j \times x_{j0}$ $S.a.$ $\sum_{i=1}^m u_i \times y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \times x_{jk} \leq 0 \text{ para } k$ $= 1, 2, \dots, z$ $\sum_{i=1}^m u_i \times y_{i0} = 1$ $u_i \text{ e } v_j \geq 0, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$	

**Quadro 01 - Modelo CCR Primal (Forma dos Multiplicadores)**

- **Modelo BCC**

O modelo BCC (Banker et al., 1984), também chamado de VRS (*Variable Returns to Scale*), considera situações de eficiência de produção com variação de escala e não assume proporcionalidade entre inputs e outputs.

<b>Modelo BCC Primal (Forma dos Multiplicadores)</b>	Orientado ao <i>input</i>	$Max = \sum_{i=1}^m u_i \times y_{i0} + u$ $S.a.$ $\sum_{i=1}^m u_i \times y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \times x_{jk} \leq 0 \text{ para } k$ $= 1, 2, \dots, z$ $\sum_{j=1}^n v_j \times x_{j0} = 1$ $u_i \text{ e } v_j \geq 0, i = 1, \dots, m, j$ $= 1, \dots, n$	<b>Variáveis</b>  $u_i$ = peso calculado para o produto $i$ ; $v_j$ = peso calculado para o insumo $j$ ; $x_{jk}$ = quantidade do insumo $j$ para unidade $k$ ; $y_{ik}$ = quantidade do produto $i$ para unidade $k$ ; $x_{j0}$ = quantidade do insumo $j$ para unidade em análise; $y_{j0}$ = quantidade do produto $i$ para unidade em análise; $z$ = número de unidades em avaliação; $m$ = número de tipos de produtos; $n$ = número de tipos de insumo; $u$ e $v$ = coeficientes de retorno a escala
	Orientado ao <i>output</i>	$Min = \sum_{j=1}^n v_j \times x_{j0} + v$ $S.a.$ $\sum_{i=1}^m u_i \times y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \times x_{jk} \leq 0 \text{ para } k$ $= 1, 2, \dots, z$ $\sum_{i=1}^m u_i \times y_{i0} = 1$ $u_i \text{ e } v_j \geq 0, i = 1, \dots, m, j$ $= 1, \dots, n$	

**Quadro 02 - Modelo BCC Primal (Forma dos Multiplicadores)**

### 3. Metodologia da Pesquisa

Entende-se estatística como um conjunto de métodos para planejar experimentos, obter dados e organizá-los, resumi-los, analisa-los, interpretá-los e deles extrair conclusões (TRIOLA, 1999).

Neste trabalho, seguindo a metodologia da pesquisa, realiza-se a análise descritiva das variáveis e sua correlação; utiliza-se o método *Stepwise* para seleção das variáveis; aplica-se os modelos BCC, CCR; determina-se a orientação do modelo; define-se os pesos; determina-se os Benchmarking; Faz-se a análise das folgas e por fim faz-se a análise dos resultados.

Foi escolhido como base de dados sobre competitividade dos países o relatório do *World Economic Forum – Fórum Econômico Mundial – denominado The Global Competitiveness Report (GCR) 2012-2014: Full Data Edition – O Relatório de Competitividade Global 2012-2014*.

O GII apresenta 5 (cinco) pilares habilitadores que definem os aspectos de um ambiente propício à inovação dentro de uma economia: Instituições, Capital Humano e Pesquisa, Infraestrutura, Sofisticação do Mercado e Sofisticação de Negócios. Já os produtos da inovação são os resultados das atividades inovativas dentro da economia, incluindo produção de conhecimento e tecnologia e de criatividade. Logo, assim definimos como inputs e outputs o esquema abaixo:

- *Inputs*
  - Instituição
  - Capital Humano e Pesquisa
  - Infraestrutura
  - Sofisticação de Mercado
  - Sofisticação Empresarial
  
- *Outputs*
  - Tecnologia e Conhecimento
  - Criatividade

### 4. Resultados

#### 4.1. Análise Descritiva dos Dados

Nas Tabelas 1, 2 e 3 é realizada a análise de estatística descritiva dos inputs e outputs analisados pelo *Global Innovation Index (GII)*, dos países no período de 2012 a 2014.

Na tabela 1, analisando as medidas de dispersão, verifica-se que os dados não estão igualmente distribuídos por apresentarem um coeficiente de variação nos dados superior a 25% e estão muito afastados em relação a média.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas dos países no ano de 2012

Tipo	Variável	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Coefficiente Variação
Inputs	Instituição	58,60	56,15	18,48	15,42	95,28	31,54%
	Capital Humano e Pesquisa	36,88	34,40	14,02	9,97	68,27	38,01%
	Infraestrutura	36,31	33,96	13,51	15,27	69,79	37,20%
	Sofisticação de Mercado	40,94	38,42	14,10	12,13	85,52	34,44%
	Sofisticação Empresarial	40,94	38,90	11,07	18,67	76,88	27,04%
Outputs	Produção Tecnológica	30,57	26,01	14,09	6,36	71,96	46,09%
	Criatividade	33,04	32,54	12,11	2,41	65,03	36,65%

Na tabela 2, analisando as medidas de dispersão, mais uma vez verifica-se que os dados não estão igualmente distribuídos por apresentarem um coeficiente de variação nos dados superior a 25% e estão muito afastados em relação à média.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas dos países no ano de 2013

Tipo	Variável	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Coefficiente Variação
Inputs	Instituição	62,73	61,20	16,26	20,60	95,30	25,92%
	Capital Humano e Pesquisa	32,90	31,50	15,00	6,80	67,40	45,59%
	Infraestrutura	34,03	31,80	13,07	6,20	63,40	38,41%
	Sofisticação de Mercado	48,75	45,80	12,87	25,90	88,60	26,40%
	Sofisticação Empresarial	33,91	31,80	11,01	11,10	69,20	32,47%
Outputs	Produção Tecnológica	28,09	26,30	12,04	5,30	61,50	42,86%
	Criatividade	38,00	37,80	12,58	3,70	73,70	33,10%

Enquanto que na tabela 3, analisando as medidas de dispersão, verifica-se que apenas o coeficiente de variação tem um desvio menor em relação a média com coeficiente de variação de 20,99% (mais concentrado em relação a média) e os demais dados não estão igualmente distribuídos por apresentarem um coeficiente de variação nos dados superior a 25%.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas dos países no ano de 2014



Tipo	Variável	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Coefficiente Variação
Inputs	Instituição	62,82	60,20	16,12	21,10	95,30	25,66%
	Capital Humano e Pesquisa	31,64	28,70	15,53	3,60	66,50	49,08%
	Infraestrutura	37,47	36,50	12,96	14,80	67,40	34,59%
	Sofisticação de Mercado	50,50	48,20	10,60	29,60	83,80	20,99%
	Sofisticação Empresarial	33,47	32,20	10,84	12,60	66,70	32,39%
Outputs	Produção Tecnológica	29,78	26,90	12,06	2,40	60,90	40,50%
	Criatividade	33,09	32,70	13,09	0,60	66,10	39,56%

## 4.2. Correlação das variáveis

Por meio do coeficiente de Pearson foram encontradas as correlações descritas nas Tabela 4, 5 e 6 entre os inputs e outputs para os anos de 2012, 2013 e 2014 respectivamente. Há forte correlação positiva entre as variáveis do estudo.

Tabela 4 - Correlação de Pearson, no ano de 2012

Variável	Instituição	Capital Humano e Pesquisa	Infraestrutura	Sofisticação de Mercado	Sofisticação Empresarial	Tecnologia e Conhecimento	Criatividade
Instituição	1,000	0,771	0,794	0,763	0,718	0,688	0,759
Capital Humano e Pesquisa	0,771	1,000	0,815	0,679	0,772	0,756	0,685
Infraestrutura	0,794	0,815	1,000	0,766	0,778	0,779	0,773
Sofisticação de Mercado	0,763	0,679	0,766	1,000	0,707	0,717	0,661
Sofisticação Empresarial	0,718	0,772	0,778	0,707	1,000	0,776	0,714
Tecnologia e Conhecimento	0,688	0,756	0,779	0,717	0,776	1,000	0,651
Criatividade	0,759	0,685	0,773	0,661	0,714	0,651	1,000

Tabela 5 - Correlação de Pearson, no ano de 2013

Variável	Instituição	Capital Humano e Pesquisa	Infraestrutura	Sofisticação de Mercado	Sofisticação Empresarial	Tecnologia e Conhecimento	Criatividade
Instituição	1,000	0,788	0,803	0,775	0,749	0,596	0,737
Capital Humano e Pesquisa	0,788	1,000	0,872	0,764	0,768	0,715	0,670
Infraestrutura	0,803	0,872	1,000	0,784	0,774	0,673	0,751
Sofisticação de Mercado	0,775	0,764	0,784	1,000	0,734	0,667	0,661
Sofisticação Empresarial	0,749	0,768	0,774	0,734	1,000	0,664	0,739
Tecnologia e Conhecimento	0,596	0,715	0,673	0,667	0,664	1,000	0,543
Criatividade	0,737	0,670	0,751	0,661	0,739	0,543	1,000

Tabela 6 - Correlação de Pearson, no ano de 2014:

Variável	Instituição	Capital Humano e Pesquisa	Infraestrutura	Sofisticação de Mercado	Sofisticação Empresarial	Tecnologia e Conhecimento	Criatividade
Instituição	1,000	0,775	0,818	0,699	0,749	0,659	0,767
Capital Humano e Pesquisa	0,775	1,000	0,886	0,657	0,735	0,772	0,744
Infraestrutura	0,818	0,886	1,000	0,663	0,738	0,746	0,796
Sofisticação de Mercado	0,699	0,657	0,663	1,000	0,636	0,622	0,575
Sofisticação Empresarial	0,749	0,735	0,738	0,636	1,000	0,682	0,741

<b>Tecnologia e Conhecimento</b>	0,659	0,772	0,746	0,622	0,682	1,000	0,713
<b>Criatividade</b>	0,767	0,744	0,796	0,575	0,741	0,713	1,000

### 4.3. Seleção de variáveis – Método Stepwise

A análise por meio de Stepwise foi cogitada ser realizada, porém dado o nível de pessoas envolvidas para a redução de *inputs* e *outputs* do sistema, como o índice já é composto por várias subdivisões que foram previamente estudadas, optou-se por não realizar a análise de Stepwise, que, conforme sugerido por Wagner & Shimshak (2007), seria um modelo com simples regras para remover variáveis (modo regressivo) ou adicionar variáveis (modo progressivo) no modelo DEA, um de cada vez.

### 4.4. Aplicação dos métodos de análise (CCR, BBC)

De acordo com os resultados da aplicação dos modelos de análise CCR e BCC para os países nos período de 2012 a 2014, têm-se as estatísticas obtidas.

Tabela 7 – Resultados da aplicação dos modelos CCR, BCC para os anos de 2012,2013 e 2014.

Ano	Método	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Percentis		
						25%	50%	75%
2012	CCR	60,05	34,37	0,00	143,06	40,65	63,15	83,33
	BCC	44,44	34,43	0,00	127,33	13,71	45,06	68,14
2013	CCR	53,27	35,87	0,00	151,54	26,16	54,75	80,05
	BCC	43,80	34,63	0,00	135,21	0,00	42,99	74,35
2014	CCR	55,86	35,59	0,00	156,05	31,67	60,04	79,50
	BCC	44,44	34,43	0,00	127,33	13,71	45,06	68,14

### 4.5. Determinação dos países eficientes

Uma das análises feitas é a sugerida por Barbosa (2012), que agrupou as DMUs de acordo com faixas de níveis de eficiência, classificando como fraco, razoável, bom, muito bom e excelente, definidas pelos quartis da série do escore de eficiência. As DMUs com eficiência igual a um, são classificadas como excelentes, as demais são classificadas da seguinte forma:

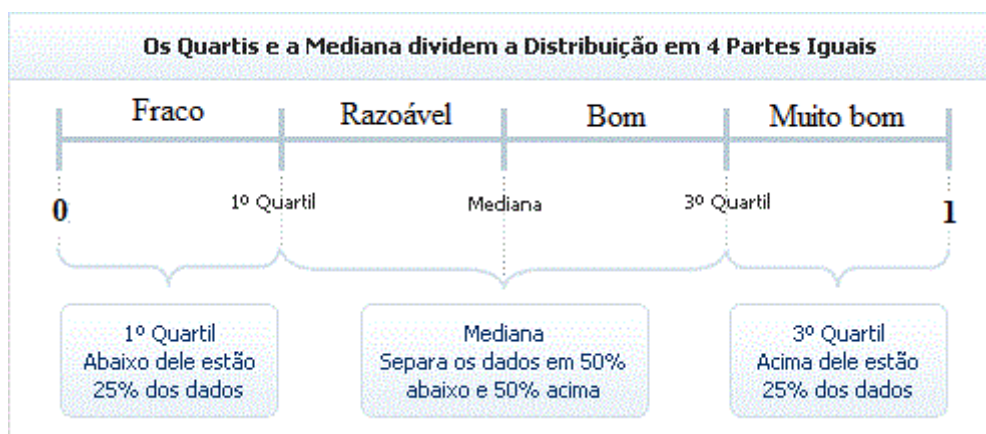


Figura 6 – Agrupamento das DMUs por nível de eficiência

#### 4.6. Orientação do modelo

Quanto à definição da orientação (orientado para input ou output) – a orientação fica a critério do analista dos dados – pode ser orientado no Output. Além de variar quanto ao modelo, CCR e BBC são os principais, o DEA também varia quanto à orientação, que pode ser por *input* ou por *output*. Todas as aplicações deste trabalho foram feitas com a orientação pelo insumo. Essa orientação é a predominante na literatura.

A tabela 8 apresenta os países com eficiência igual a 1, sendo classificadas como excelentes segundo o método aplicado para os períodos de 2012 a 2014.

Tabela 8: Países eficientes, por método em 2012 a 2014

2012		2013	
CCR	BCC	CCR	BCC
Australia	Australia	Australia	Australia
Bahrain	Bahrain	Austria	Austria
Botswana	Canada	Botswana	Hong Kong (China)
Canada	Chipre	Finland	Japan
Chipre	Hong Kong (China)	Hong Kong (China)	Singapore
Fiji	Ireland	Japan	Spain
Hong Kong (China)	Japan	Coreia do Sul	

Ireland	Coreia do Sul	Lesotho	
Japan	Singapore	Oman	
Kazakhstan	Spain	Singapore	
Coreia do Sul	United States of America	Spain	
Malaysia		United States of America	
Singapore			
South Africa			
Spain			
United States of America			
<b>2014</b>			
Albania	Australia		
Botswana	Bahrain		
Brunei Darussalam	Canada		
Canada	Chipre		
Fiji	Hong Kong (China)		
Hong Kong (China)	Ireland		
Japan	Japan		
Kyrgyzstan	Coreia do Sul		
Lesotho	Singapore		
Rwanda	Spain		
Singapore	United States of America		
Sudan			

## 4.8. Determinação os Benchmarks

Ao conhecer mais detalhadamente as unidades eficientes, é importante verificar quais delas foram benchmarks para os demais países ineficientes.

Pelo método CCR no ano de 2012, dezesseis países foram avaliados como eficientes, sendo que a Moldávia é benchmarking para noventa e cinco países (70,37% dos países). A China para sessenta países (44,44% dos países) e a Índia para cinquenta e cinco países (40,74% dos países).

Pelo método BCC em 2012 há trinta países eficientes. A Moldávia é benchmarking sessenta e nove países (51,11% dos países), a China é benchmarking para trinta e sete países (27,41% dos países) e a Costa do Marfim é referência para vinte e nove países (21,48% dos países).

Tabela 9 – Países que são Benchmarking pelo método CCR em 2012

<b>País</b>	<b>Benchmarking / n° países</b>	<b>Percentual (%)</b>
<b>Moldávia</b>	95	70,37
<b>China</b>	60	44,44
<b>Índia</b>	55	40,74
<b>Nepal</b>	31	22,96
<b>Swaziland</b>	27	20,00
<b>Malta</b>	25	18,52
<b>Jordan</b>	20	14,81
<b>Venezuela</b>	20	14,81
<b>Senegal</b>	19	14,07
<b>Paraguay</b>	17	12,59
<b>Benin</b>	16	11,85
<b>Nigeria</b>	14	10,37
<b>Zimbabwe</b>	8	5,93
<b>Guyana</b>	7	5,19
<b>Pakistan</b>	4	2,96
<b>Mauritius</b>	2	1,48

Tabela 10 – Países que são Benchmarking pelo método BCC em 2012

<b>País</b>	<b>Benchmarking / nº países</b>	<b>Percentual (%)</b>
<b>Moldávia</b>	69	51,11
<b>China</b>	37	27,41
<b>Costa do Marfim</b>	29	21,48
<b>India</b>	26	19,26
<b>Nepal</b>	26	19,26
<b>Switzerland</b>	25	18,52
<b>Pakistan</b>	22	16,30
<b>Zimbabwe</b>	21	15,56
<b>Paraguay</b>	20	14,81
<b>Benin</b>	19	14,07
<b>Malta</b>	18	13,33
<b>Nigeria</b>	17	12,59
<b>Venezuela</b>	16	11,85
<b>Yemen</b>	16	11,85
<b>Jordan</b>	15	11,11
<b>Togo</b>	14	10,37
<b>Swaziland</b>	13	9,63
<b>Mali</b>	11	8,15
<b>Zambia</b>	10	7,41
<b>Senegal</b>	9	6,67
<b>Tajikistan</b>	8	5,93
<b>Indonesia</b>	6	4,44
<b>Sudan</b>	5	3,70
<b>Albania</b>	3	2,22
<b>Burkina Faso</b>	2	1,48
<b>Chile</b>	1	0,74
<b>Guyana</b>	1	0,74
<b>Niger</b>	1	0,74
<b>Mauritius</b>	0	0,00
<b>Rwanda</b>	0	0,00

Pelo método CCR no ano de 2013, vinte e um países foram avaliados como eficientes, sendo que a Nigéria é benchmarking para cinquenta e dois (38,52% dos países). Moldávia para cinquenta e um países (37,78% dos países) e Malta para quarenta e sete países (34,81% dos países).

Tabela 11 – Países que são Benchmarking pelo método CCR em 2013

<b>País</b>	<b>Benchmarking / n° países</b>	<b>Percentual (%)</b>
<b>Nigeria</b>	52	38,52
<b>Moldávia</b>	51	37,78
<b>Malta</b>	47	34,81
<b>Kuwait</b>	44	32,59
<b>Mali</b>	35	25,93
<b>Venezuela</b>	30	22,22
<b>Indonesia</b>	29	21,48
<b>Tunisia</b>	26	19,26
<b>Angola</b>	21	15,56
<b>China</b>	19	14,07
<b>Swaziland</b>	18	13,33
<b>Guyana</b>	15	11,11
<b>Ecuador</b>	12	8,89
<b>Dominican Republic</b>	11	8,15
<b>Zimbabwe</b>	10	7,41
<b>Pakistan</b>	8	5,93
<b>Argentina</b>	7	5,19
<b>India</b>	7	5,19
<b>Luxembourg</b>	7	5,19
<b>Zambia</b>	7	5,19
<b>Iceland</b>	2	1,48

Pelo método BCC em 2013 há vinte e nove países eficientes. A Moldávia é benchmarking quarenta e quatro países (32,59% dos países), Mali é benchmarking para quarenta e três países (31,85% dos países) e a Nigéria referência para trinta e sete países (27,41% dos países).

Tabela 12 – Países que são Benchmarking pelo método BCC em 2013

<b>País</b>	<b>Benchmarking / nº países</b>	<b>Percentual (%)</b>
<b>Moldávia</b>	44	32,59
<b>Mali</b>	43	31,85
<b>Nigeria</b>	37	27,41
<b>Venezuela</b>	32	23,70
<b>Malta</b>	29	21,48
<b>Angola</b>	28	20,74
<b>Pakistan</b>	28	20,74
<b>Tunisia</b>	27	20,00
<b>Kuwait</b>	21	15,56
<b>Indonesia</b>	20	14,81
<b>Yemen</b>	20	14,81
<b>Swaziland</b>	19	14,07
<b>China</b>	18	13,33
<b>Switzerland</b>	18	13,33
<b>Zimbabwe</b>	18	13,33
<b>Ecuador</b>	13	9,63
<b>Argentina</b>	8	5,93
<b>India</b>	7	5,19
<b>Senegal</b>	7	5,19
<b>Sudan</b>	7	5,19
<b>Chipre</b>	6	4,44
<b>Dominican Republic</b>	6	4,44
<b>Guyana</b>	6	4,44
<b>Iceland</b>	6	4,44
<b>Zambia</b>	5	3,70
<b>Luxembourg</b>	4	2,96
<b>Mauritius</b>	3	2,22
<b>Gambia</b>	2	1,48
<b>Costa Rica</b>	1	0,74

Pelo método CCR no ano de 2014, vinte e quatro países foram avaliados como eficientes, sendo que a Moldávia é benchmarking para oitenta e dois (60,74% dos países), Malta para quarenta e cinco países (33,33% dos países) e a China para quarenta e um países (30,37% dos países).



Tabela 13 – Países que são Benchmarking pelo método CCR em 2014

<b>País</b>	<b>Benchmarking / nº países</b>	<b>Percentual (%)</b>
<b>Moldávia</b>	82	60,74
<b>Malta</b>	45	33,33
<b>China</b>	41	30,37
<b>Iceland</b>	33	24,44
<b>Indonesia</b>	30	22,22
<b>Nigeria</b>	20	14,81
<b>Costa do Marfim</b>	18	13,33
<b>Hungary</b>	18	13,33
<b>Dominican Republic</b>	15	11,11
<b>Venezuela</b>	15	11,11
<b>Zambia</b>	13	9,63
<b>Luxembourg</b>	12	8,89
<b>Mali</b>	11	8,15
<b>Uzbekistan</b>	9	6,67
<b>Angola</b>	6	4,44
<b>Kenya</b>	4	2,96
<b>Guyana</b>	3	2,22
<b>Ukraine</b>	3	2,22
<b>Bangladesh</b>	2	1,48
<b>Zimbabwe</b>	2	1,48
<b>Ghana</b>	1	0,74
<b>Panama</b>	1	0,74
<b>Tajikistan</b>	1	0,74
<b>Niger</b>	0	0,00

Pelo método BCC em 2014 há trinta países eficientes. A Venezuela é benchmarking sessenta países (44,44% dos países), a Moldávia é benchmarking para quarenta e seis países (34,07% dos países) e o Paquistão é benchmarking para trinta e nove países (28,29% dos países).

Tabela 14 – Países que são Benchmarking pelo método BCC em 2014

<b>País</b>	<b>Benchmarking / nº países</b>	<b>Percentual (%)</b>
Venezuela	60	44,44
Moldávia	46	34,07
Pakistan	39	28,89
China	31	22,96
Malta	29	21,48
Indonésia	28	20,74
Iceland	26	19,26
CostadoMarfim	21	15,56
Nigeria	19	14,07
Mali	16	11,85
Luxembourg	15	11,11
Switzerland	14	10,37
Hungary	11	8,15
Yemen	11	8,15
Guyana	10	7,41
Angola	9	6,67
Panama	9	6,67
Uzbekistan	8	5,93
Zambia	8	5,93
Swaziland	6	4,44
DominicanRepublic	5	3,70
SriLanka	3	2,22
Sudan	3	2,22
Bangladesh	2	1,48
Benin	2	1,48
Kenya	2	1,48
Niger	2	1,48
Zimbabwe	2	1,48
Irã	1	0,74
Ukraine	1	0,74

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou avaliar a eficiência dos países apresentados no GII referente ao desempenho em competitividade e inovação tecnológica. Para análise dos resultados, utilizou-se a Análise Envoltória de Dados (DEA) por meio dos métodos BCC (retornos variáveis de escala) e CCR (retornos constantes de escala) orientados às entradas (*inputs*). Ainda, foi realizada uma análise dos períodos de 2012 a 2014.

Por meio da análise da dispersão das variáveis observadas verificou-se que os dados não estão igualmente distribuídos por apresentarem um coeficiente de variação nos dados superior a 25% e por meio do coeficiente de Pearson foram encontradas as correlações e sendo verificado que existe uma forte correlação positiva entre as variáveis do estudo.

Quanto à definição da orientação (orientado para input ou output) – a orientação fica a critério do analista dos dados – pode ser orientado no Output. Além de variar quanto ao modelo, CCR e BBC são os principais, o DEA também varia quanto à orientação, que pode ser por *input* ou por *output*. Todas as aplicações deste trabalho foram feitas com a orientação pelo insumo. Essa orientação é a predominante na literatura.

Pela determinação da eficiência é necessário conhecer mais detalhadamente as unidades eficientes, é importante verificar quais delas foram benchmarks para os demais países ineficientes.

Pelo método CCR no ano de 2012, dezesseis países foram avaliados como eficientes, sendo que a Moldávia é benchmarking para noventa e cinco países (70,37% dos países). A China para sessenta países (44,44% dos países) e a Índia para cinquenta e cinco países (40,74% dos países). Pelo método BCC em 2012 há trinta países eficientes. A Moldávia é benchmarking sessenta e nove países (51,11% dos países), a China é benchmarking para trinta e sete países (27,41% dos países) e a Costa do Marfim é referência para vinte e nove países (21,48% dos países).

Pelo método CCR no ano de 2013, vinte e um países foram avaliados como eficientes, sendo que a Nigéria é benchmarking para cinquenta e dois (38,52% dos países). Moldávia para cinquenta e um países (37,78% dos países) e Malta para quarenta e sete países (34,81% dos países). Pelo método BCC em 2013 há vinte e nove países eficientes. A Moldávia é benchmarking quarenta e quatro países (32,59% dos países), Mali é benchmarking para quarenta e três países (31,85% dos países) e a Nigéria referência para trinta e sete países (27,41% dos países).

Pelo método CCR no ano de 2014, vinte e quatro países foram avaliados como eficientes, sendo que a Moldávia é benchmarking para oitenta e dois (60,74% dos países), Malta para quarenta e

cinco países (33,33% dos países) e a China para quarenta e um países (30,37% dos países). Pelo método BCC em 2014 há trinta países eficientes. A Venezuela é benchmarking sessenta países (44,44% dos países), a Moldávia é benchmarking para quarenta e seis países (34,07% dos países) e o Paquistão é benchmarking para trinta e nove países (28,29% dos países).

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Mariana R. de. (2010). A eficiência dos investimentos do programa de inovação tecnológica em pequena empresa (PIPE): uma integração da Análise Envoltória de Dados e Índice Malmquist. **Tese de Doutorado da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo**. São Carlos.
- AMABLE, B.; BARRÉ, R.; BOYER, R.(1997). **Les systèmes d'innovation à l'ère da la globalisation**. Paris: Economica.
- BARBOSA, A. (2012). **Pode a regulação econômica melhorar o desempenho econômico financeiro e a universalização dos serviços de águas e esgotos no Brasil?** Brasília: SEAE, 67p.
- BECATTINI, G. (1991). The industrial district as a creative milieu. In: BENKO, G.; DUNFORD, M. **Industrial Change and Regional Development**. London: Pinter, p. 102-114.
- BANKER, R.D., CHARNES, A. & COOPER, W.W (1984) - Some models for estimating technical scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science** Vol. 30, n. 9, p. 1078-1092.
- CHARNES, A., COOPER, W.W. & RHODES, E. (1978) - Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research** Vol. 2, p. 429-444.
- FARRELL, M. J. (1957) **The Measurement of Productive Efficiency**. **Journal of the Royal Statistical Society**. Series A (General), v. 120, n. 3, p. 253-290.
- FERRÃO, J. (2002). Inovar para desenvolver: o conceito de gestão de trajetórias territoriais de inovação. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**. Vol. 3, N 4, pp 17-26, Março.
- FORSUND, F.; SARAFIOGLOU, N. (2002). On the origins of Data Envelopment Analysis. **Journal Productivity Analysis**. Vol. 17 n° 1/2.pp 23-40.
- LUNDEVALL, B. (1992). National Systems of Innovation: **towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter.
- PORTER, M. (1990). **The Competitive Advantage of Nations**. New York: Free press.
- ROLIM, C. É possível a existência de sistemas regionais de inovação em países subdesenvolvidos? **Revista de Economia**. Vol. 28/29, pp 275 – 300, 2003.

ROMER, P. (1990). Endogenous Technological Change. **Journal of Political Economy**, n. 98, p. 70-102.

WAGNER J. M.; SHIMSHAK, D. G. (2007). Stepwise selection of variables in data envelopment analysis: procedures and managerial perspectives. **European Journal of Operation Research**, vol. 180, p. 57-67.

TRIOLA, M. F. (1999). **Introdução a Estatística**. Rio de Janeiro, LTC.