

EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: UNA APLICACIÓN DE ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS ENTRE UNIVERSIDADES BRASILERAS Y COLOMBIANAS

Maria de los angeles Martinez Cohen¹
Adriano Paixão²
Nilton Marques de Oliveira³

RESUMEN

Esta investigación considera la medición de la eficiencia en el contexto de la educación superior, en particular se aborda la eficiencia resultante del análisis Envolvente de datos (DEA). El objetivo principal consiste en medir la eficiencia de 56 universidades brasileras y 31 universidades colombianas. Para el caso brasileros los datos fueron obtenidos a través del Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU) y del Instituto Nacional de Enseñanza e Investigación (INEP). Para el caso colombiano las principales fuentes de datos fueron el Ministerio de Ecuación Nacional (MEN), el Departamento Nacional de Estadísticas (DANE) y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS). El total de universidades en cada país fue dividido en dos grupos, aquellas con mayor dedicación a la enseñanza y otro grupo más dedicado a la investigación. Los resultados señalaron que las principales causas de ineficiencia tanto para el Brasil como para Colombia, están relacionadas al uso ineficiente del cuerpo docente, recursos financieros y bajos resultados en investigación, siendo este último el factor más evidente entre las universidades colombianas.

Palabras Claves: Análisis Envolvente de Datos; Eficiencia; Educación Superior; Brasil; Colombia

PRODUCTIVE EFFICIENCY IN HIGHER EDUCATION: AN APPLICATION OF DATA DEVELOPMENT ANALYSIS BETWEEN BRAZILIAN AND COLOMBIAN UNIVERSITIES

ABSTRACT

This research considers the measurement of efficiency in the context of higher education in particular, the efficiency resulting from the Data Development Analysis (DEA) The main objective is to measure the efficiency of 56 Brazilian universities and 31 Colombian universities. In the Brazilian case, the data were obtained through the Court of Accounts of the Union (TCU) and the National Institute of Education and Research (INEP). For the Colombian case, the main sources of data were the Ministry of National Equation (MEN), the National Department of Statistics (DANE) and the Administrative Department of Science, Technology and Innovation (COLCIENCIAS). The total number of universities in each country was divided into two groups, those with a greater dedication to teaching and another group more dedicated

¹ Economista pela Universidade del Atlântico de Barranquilla, Colômbia. Bolsista CAPES. E-mail: martinezcohen1984@gmail.com

² Doutor em Economia Aplicada – UFV, Professor Adjunto do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional UFT/campus de Palmas. E-mail: anpaixao@gmail.com

³ Doutor em Desenvolvimento Regional e Agronegócio pela UNIOESTE/PR, Professor Adjunto do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e do curso de Ciências Econômicas UFT/Campus de Palmas. Bolsista do Programa “Novos Pesquisadores da UFT” (Propesq/UFT). E-mail: niltonmarques@uft.edu.br



to research. The results indicated that the main causes of inefficiency for both Brazil and Colombia are related to the inefficient use of the teaching staff, financial resources and low research results, the latter being the most evident factor among Colombian universities.

Keywords: Data Envelopment Analysis; Efficiency; Higher education; Brazil; Colombia.

JEL: I21, I23

1 INTRODUCCIÓN

La educación de calidad representa un aspecto fundamental para el desarrollo de las regiones. En ese sentido, evaluar las instituciones educativas en cuanto a producción de conocimiento científico, calidad del aprendizaje y eficiencia de sus otros componentes, necesita ser un proceso constante que busque más allá de la excelencia, la capacidad de enfrentar desafíos y amenazas impuestos por la globalización. En el año 2003 fue creada la Red Iberoamericana para la acreditación de la Calidad en la Educación Superior (RIACES) cuyo objetivo principal es el fortalecimiento de la calidad de la educación superior entre los países miembros, dos de las naciones participantes son el Brasil a través *del Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira* (INEP) y Colombia a través del Consejo Nacional de Acreditación (CNA). El plan de acción de la red para los años 2017 al 2019 busca propiciar convenios que garanticen el mutuo reconocimiento de las acreditaciones otorgadas.

Del mismo modo, Brasil y Colombia pertenecen al sistema ARCOSUR, cuya finalidad es la implementación de un sistema de acreditación de cursos de graduación para el reconocimiento regional de la calidad académica de los respectivos diplomas en los estados asociados al MERCOSUR. A pesar de ambos países participar de programas que buscan el mutuo reconocimiento de la calidad de la educación superior, sus sistemas de evaluación utilizan mecanismos diferentes, siendo Brasil un país con más experiencia si comparado con Colombia, aspecto que según Castillo (2015) está evidenciado en la posición de las universidades brasileras a nivel regional.

Waltenberg (2006) argumenta dos aspectos relacionados a los sistemas educativos, en primer lugar, que estos tienen efectos macroeconómicos, sin embargo, el instrumento más adecuado para analizarlos son el microeconómico y econométrico, según la perspectiva microeconómica los conceptos de calidad y eficiencia están íntimamente relacionados cuando se trata de examinar los recursos utilizados en la

producción de determinado bien o servicio dentro de una empresa. En ese sentido, la educación puede ser considerada un bien ofrecido por unidades productoras de conocimiento llamadas universidades, las cuales en las últimas décadas han sido objeto de estudio en cuanto a su calidad y eficiencia. Finalmente, el autor también resalta una fuerte preocupación con relación al funcionamiento de los sistemas educativos, su nivel y tipo de enseñanza, financiamiento, evaluación de objetivos y eficiencia en la asignación de sus recursos.

En Brasil, por ejemplo, la constitución federal de 1998 en su artículo 2012 explica cómo deben ser utilizadas las recaudaciones de impuestos para el mantenimiento y desarrollo de la educación. Por lo que el sistema de educación superior somete a las universidades federales a un sistema de evaluación y administración de recursos buscando ser más eficientes. En 1994 el programa de evaluación institucional de las universidades brasileras (PAIUB) reconoció la necesidad de perfeccionar el análisis y el tratamiento de las informaciones relacionadas a la calidad de la educación y administración de sus recursos, por lo que en el año 2004 se creó el Sistema Nacional de Evaluación de la Educación Superior (SINAES) articulado a otros órganos y mecanismos con la misma finalidad.

En Colombia el marco legal que garantiza la calidad de la educación superior está fundamentado en el artículo 67 de la constitución política de 1991. Donde se reconoce el Estado como ente supremo de inspección y vigilancia de la calidad de la educación superior. En 1960 Colombia tuvo sus primeras experiencias en el área de acreditación con la participación del Instituto colombiano para el Fomento de la educación superior (ICFES) pero fue en 1983 que la Asociación Colombiana de Universidades (ASCUN) exigió procesos más eficientes de autoevaluación provocando cambios en las funciones de los órganos ya existentes. Entre los años 2002 y 2006 el Ministerio de Educación Nacional (MEN) creó el Sistema de Seguridad de la Calidad y la Educación juuSuperior (SACES) conformado por subsistemas de evaluación, información y fomento.

Aun cuando los sistemas de evaluación colombiano y brasilero obedecen a modelos diferentes, existen una serie de indicadores que permiten medir la eficiencia productiva de las universidades en ambos países, estos indicadores están relacionados a la capacidad del cuerpo docente, investigación, administración de recursos financieros, alumnos matriculados, producción científica, tasas de

graduación etc. En ese orden de ideas, si Colombia y Brasil caminan hacia un proceso de integración y mutuo reconocimiento de la calidad de la educación superior a nivel regional, vale la pena preguntar ¿cuál es el nivel de eficiencia de las universidades federales brasileras y de las universidades estatales en Colombia?

En las últimas décadas diversos estudios midieron la eficiencia productiva de algunas instituciones de educación superior en varios países. Casado (2007) realizó un referencial histórico sobre las metodologías utilizadas para evaluar la eficiencia en sistemas educativos y la forma como dichas metodologías evolucionaron hasta llegar al análisis envolvente de datos (DEA), una técnica no paramétrica con la que se obtuvieron avances significativos en esta área. El referido autor afirma que en el Brasil los primeros trabajos que involucraron esta técnica surgieron a partir de 1990, con autores como Lapa et al. (1995); Cury (1995); Marinho (1996) Nunes (1998) y Belloni (2000),

Martins et al. (2012) afirma que la DEA es una de las técnicas más utilizadas para analizar la eficiencia del sector educativo, pues la educación está constituida de múltiples insumos y múltiples productos que facilitan la estimación de la frontera, además, el método no exige una forma funcional de la función de producción, lo que evita el problema de mala especificación del modelo. Dentro de esta técnica las universidades son catalogadas DMUs (*Decision Making unit*) unidades tomadoras de decisión que según Gómez y Mancebón (2005) son instituciones productoras de conocimiento, habilidades y valores, donde el alumno representa uno de los factores más importantes dentro del proceso productivo.

Norteadado por el contexto anterior, este estudio tiene como principal objetivo analizar la frontera de producción educativa de 56 universidades federales brasileras y de 31 universidades estatales colombianas, con la finalidad de obtener el grado de eficiencia productiva de cada institución de educación superior. Específicamente, se pretende identificar las posibles causas de ineficiencia entre las universidades de ambos países con la finalidad de orientarlas a mejores decisiones en cuanto la asignación de sus recursos.

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

Durante los últimos años la literatura económica contempla diversos estudios que abordan la eficiencia de las instituciones de educación superior. En el ámbito internacional se destacan Forsund y Kalhagen (1999), Afonso y Santos (2005) y Visbal et al. (2016).

Forsund y Kalhagen (1999) Utilizaron los métodos DEA y Malmquist para analizar un grupo de universidades en Noruega luego de una reorganización regional ocurrida en el año 1994, los autores utilizaron datos de los tres años posteriores a la reorganización usando algunas variables como investigación, cantidad de personal académico y administrativo, metros cuadrados entre otros. Los resultados mostraron que una grande parte de los departamentos tuvieron resultados eficientes, sin embargo, dentro de cada grupo ineficiente existía una alta variación de positivo para negativo.

Afonso y Santos (2005) analizaron un grupo de universidades portuguesas a través del método DEA utilizando como variables de salida la tasa de éxito de estudiantes de graduación y el número de tesis doctorales por cada cien profesores. Los principales resultados de esta investigación arrojaron que no necesariamente una mayor cantidad de dinero invertido en educación no necesariamente mejora los resultados, lo que según los autores implica y exige que debe existir una mejor asignación de los recursos por parte de las universidades.

Visbal et al. (2016) realizaron un estudio de 32 universidades estatales en Colombia durante el año 2011 mediante la metodología análisis envolvente de datos, utilizando variables como recursos financieros, espacio físico en metros cuadrados, gastos de personal administrativo, matriculas de posgrado y revistas indexadas. Los resultados apuntaron que 15 de las 32 universidades consideradas en el estudio no presentaron ningún tipo de ineficiencia global. Por otro lado, los autores afirman que entre los principales puntos a mejorar entre las universidades colombianas incluidas en el estudio se encuentran el número de revistas indexadas, artículos publicados en revistas indexadas y el bajo número de matrículas en cursos de posgraduación.

A nivel nacional, se destacan los trabajos de Belloni (2000); Façanha y Marinho (2001); Oliveira y Turrioni (2006) y Costa et al. (2012).

Belloni (2000) en su tesis doctoral elabora una metodología para evaluar la eficiencia productiva de 33 universidades federales brasileras, utilizando el análisis

factorial y el método DEA. El autor analiza las relaciones existentes entre las variables con el objetivo de identificar los factores educativos más importantes dentro del proceso productivo de una universidad. Concluye que la variable cuerpo docente no puede ser representada por el número total de profesores por lo que es importante que exista una descomposición con relación al grado de preparación, considerando que el grado de doctor se asocia más fuertemente a investigación y posgraduación que el grado de maestro o especialización que tienen fuerte relación con los cursos de graduación.

Façanha y Marinho (2001) utilizaron informaciones de los censos de educación superior de 1995 hasta 1998 tomando como objeto de estudio universidades federales, estatales, municipales y privadas. Los resultados mas destacados de este estudio indicaron que durante todo el periodo analizado la eficiencia relativa de las universidades municipales fue la más elevada, seguida de las universidades particulares, estatales y federales. Sin embargo, los autores resaltan el progreso de las instituciones federales brasileras a partir de 1998 las cuales presentaron un aumento de eficiencia asociado a la recomposición de la fuerza de trabajo.

Oliveira y Turrioni (2006) evaluaron el desempeño de universidades federales en el Brasil utilizando los indicadores del tribunal de cuentas de la unión (TCU), los resultados mostraron que los niveles de ineficiencia estaban relacionados a la existencia de fallas en la gestión de los recursos, orientando a reducir el costo corriente por alumno equivalente en algunas universidades. Por último, Costa et al. (2012) midieron la eficiencia de algunas universidades federales Brasileras en el periodo comprendido entre 2004 y 2008 utilizando la técnica DEA, los resultados revelaron que las principales causas de ineficiencia estaban relacionadas al elevado número alumnos por profesor y por funcionario administrativo, lo que dificulta según los autores el rendimiento académico del estudiante, de la misma forma, la baja tasa de suceso en la graduación en los cursos de pregrado redujo considerablemente la eficiencia de algunas universidades analizadas.

3 METODOLOGÍA

3.1 Método DEA, variables y fuente de datos

Para calcular las dos fronteras de eficiencia de las 56 universidades brasileras y de las 31 universidades estatales en Colombia, Primero se buscó cumplir con el criterio de homogeneidad exigido por el método DEA, aplicando el análisis por conglomerados utilizando el método de *Ward* a través del *software SPSS Statistic*. Mingoti (2005) afirma que las técnicas para la construcción de conglomerados pueden ser clasificadas entre jerárquicas y no jerárquicas, sin embargo, la primera opción es mas utilizada para identificar el número probable de grupos existiendo cuatro pasos para su aplicación:

- a) cada elemento del grupo es un *cluster* de tamaño uno;
- b) en cada fase del proceso de agrupación se formará un nuevo conglomerado de tal forma que la cantidad de grupos disminuye;
- c) se debe cumplir la propiedad jerárquica, en otras palabras, si dos elementos aparecen juntos en un mismo grupo, deberán permanecer juntos en cada fase del proceso;
- d) debido a la propiedad de jerarquía, es posible construir un dendrograma histórico del agrupamiento.

3.2 Análisis Envolvente de Datos (AED), Modelo CCR

Luego de aplicar el análisis por conglomerados se utilizó el análisis envolvente de datos (DEA). Esta técnica fue atribuida a Charnes, Cooper e Rhodes (1978) por su publicación intitulada *Measuring the efficiency of decision making units*, basado en los aportes de Farrel (1957) sobre el indicador de la eficiencia productiva. Como resultado surgió el modelo con retornos constantes de escala denominado CCR cuyo objetivo es evaluar la eficiencia total e identificar las unidades productivas (DMUs) eficientes e ineficientes, permitiendo determinar la distancia entre la frontera y las unidades que son ineficientes. Dentro de este modelo, los pesos para cada DMU son obtenidos a través del siguiente problema:

$$\text{Max}_{v,u} z = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}} \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\frac{u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$v_1 v_2 \dots v_m \geq 0$$

$$u_1 u_2 \dots u_s \geq 0$$

Donde,

$Y_o = (y_{1o}, y_{2o}, y_{3o}, \dots, y_{4o})$ = Salidas o producto (*output*) de la DMU_o

$X_o = (x_{1o}, x_{2o}, x_{3o}, \dots, x_{4o})$ = Entradas o recursos (*inputs*) de la DMU_o

$u_1 u_2 \dots u_s$ = Pesos de las salidas

$v_1 v_2 \dots v_m$ = Pesos de las entradas

Los pesos significan el grado de importancia de la variable en el cálculo de la eficiencia, si una unidad alcanza la eficiencia máxima con alguno de los pesos igual a cero, esa unidad no puede ser considerada eficiente por el hecho de haber excluido una entrada o una salida donde tenía proporciones relativamente desfavorables. El objetivo principal del problema de maximización planteado anteriormente, es obtener el mayor índice de eficiencia para la DMUo de tal forma que los pesos aplicados a las otras DMUs no excedan la unidad. Puede suceder que la DMUo no alcance el valor de uno, mientras que otras DMUs usando los mismos pesos consiguen la máxima eficiencia, en ese caso se habla de eficiencia relativa o conjunto analizado. El problema expuesto tiene infinitas soluciones, sin embargo, puede ser linealizado igualando a cero su denominador en (1) resultando la siguiente ecuación:

$$\underset{v,u}{\text{Max } z} = u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so} \quad (2)$$

Sujeto a:

$$v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo} = 1$$

$$u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj} \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$v_1 v_2 \dots v_m \geq 0$$

$$u_1 u_2 \dots u_s \geq 0$$

En el modelo CCR una variable será considerada eficiente si $z^* \leq 1$ ou $z^* = 1$ y por lo menos uno de sus pesos es igual a cero. El modelo de programación lineal CCR descrito anteriormente puede ser escrito en notación de matriz y vectores así:

$$\text{Max}_{v,u} z = uy_o \quad (3)$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} vx_o &= 1 \\ -vX + uY &\leq 1 \\ v &\geq 0 \\ u &\geq 0 \end{aligned}$$

3.3 Modelo BCC

Años más tarde Banker, Charnes y Cooper (1984) ampliaron el modelo incluyendo los retornos variables de escala por lo que pasó a ser considerado modelo BCC. Este segundo modelo permite proyectar cada DMU ineficiente sobre la superficie de la frontera que fue determinada por las DMUs eficientes, a diferencia del modelo CCR el modelo BCC utiliza una restricción de convexidad permitiendo la existencia de los retornos variables de escala, por lo tanto, la solución óptima para el modelo de programación será:

$$\text{Max}_{v,u,u_o} z = uy_o - u_o \quad (4)$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} X\lambda &\leq x_o \\ vx_o &= 1 \\ -vX + uY - u_o e &\leq 0 \\ v &\geq 0, u \geq 0, u_o \end{aligned}$$

Donde (e) representa un vector unitario que representa la restricción de convexidad

3.4 Modelo basado en Holguras – SBM

Otro de los modelos de la técnica DEA es el SBM (*Slacks Based Measure*) desarrollado por Tone (1997) y representado por siguiente problema fraccionado de programación lineal:

$$\min_{\lambda, s^-, s^+} \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 - \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \frac{s_i^+}{y_{r0}}} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{Sujeito a:} \quad & x_0 = X\lambda + s^- \\ & y_0 = Y\lambda - s^+ \\ & \lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{aligned}$$

En este modelo s^- representa las holguras de los insumos, s^+ las holguras del producto, λ son los pesos de estos insumos y productos. Se trabaja bajo el supuesto que $X \geq 0$ y que el valor de ρ de la función objetivo es definido en el intervalo $0 \leq \rho \leq 1$ este valor representa la medida de la eficiencia educativa, la cual solo será igual a uno si todas las holguras son cero (TONE, 2001).

En síntesis, el análisis envolvente de datos puede ser definido como una técnica no paramétrica que determina la curva de eficiencia a través de la programación matemática de optimización sin necesidad de especificar ninguna relación funcional entre *inputs* y *outputs*, este método permite analizar el desempeño relativo de las unidades productivas, sin embargo, según Rosano (2008) uno de los principales desafíos para el investigador es elegir los inputs y los outputs que serán utilizados durante el proceso, ya que subestimar o sobrestimar una variable puede causar resultados tendenciosos.

3.5 Selección de variables

Las variables utilizadas para el presente estudio con relación al *cluster* para el caso brasilero fueron: el Índice de Calificación del cuerpo Docente (ICCD) y el Concepto Capes de Posgraduación (CCAPES), para el caso colombiano las variables utilizadas fueron Matriculas de Posgraduación (MPG) y Número de Revistas Indexadas Publindex⁴ (RIP), estas cuatro variables fueron escogidas con la intención

⁴ Publindex es un índice bibliográfico nacional constituido por revistas colombianas especializadas en ciencia, tecnología e innovación, clasificadas en las categorías A1, A2, B y C, con criterios de evaluación reconocidos internacionalmente.

de diferencias las universidades mas dedicadas a la posgraduación e investigación y las universidades con poca o ninguna participación en investigación y cursos de posgraduación.

El proceso de selección de variables para el método DEA resultó un poco mas complejo considerando los objetivos del estudio y las diferencias existentes entre los sistemas de evaluación de Colombia y Brasil. A continuación, los *outputs e inputs* utilizados en el caso de Brasil:

Output:

- Tasa de Suceso en la Graduación (TSG)
- Concepto Capes para posgraduación (CCAPES)

Input:

- Costo Corriente/Alumno Equivalente (CCAE)
- Alumno Tiempo Integral/Docente Equivalente (ATIDE)
- Alumno Tiempo Integral/Funcionário Equivalente (ATIFE)
- Índice de Calificación del Cuerpo Docente (ICCD)

Los *inputs y outputs* seleccionados para Colombia son:

Output:

- Tasa de Graduación (TG)
- Revistas Indexada Publindex (RIP)

Input:

- Aportes Financieros da Nación (ANCOP)
- Alumno Tiempo Integral/Docente Equivalente (ATIDE)
- Profesores con Maestría y Doctorado Tiempo Integral (PMD)

3.6 Interpretación de variables

a) Tasa de Suceso en la Graduación (TSG): Representa la razón entre el número de graduados y el número de matriculados, Para el caso colombiano

b) Revistas Indexadas Publindex (RIP): representa la cantidad de revistas que fueron publicadas por cada universidad estatal en Colombia durante el año 2016 reconocidas por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS)

c) Concepto Capes para Posgraduación (CCAPES): Este concepto mide la calidad de los cursos de posgraduación (maestría y doctorado) *estricto-sensu* con relación a su competitividad en investigación, este concepto varía entre 1 y 7, se espera que a mayor (CCAPES) mayor será la calidad del programa.

d) Costo Corriente/Alumno Equivalente (CCAEE): su importancia está relacionada al cálculo de costo de manutención de las universidades federales brasileras, representa específicamente la relación entre los gastos corrientes de todas las unidades gestoras menos los gastos relacionados a pensión, sentencias judiciales, gastos en personal docente o administrativo y también el 65% de los gastos corrientes en hospital universitario. Se espera que exista una relación directa entre este indicador y el desempeño de los estudiantes, es decir, mayor inversión en infraestructura y mayor calidad de los servicios generará impactos positivos en el rendimiento académico.

e) Alumno Tiempo Integral/Docente Equivalente (ATIDE): mide la relación entre el número de alumnos tiempo integral y el número de profesores equivalentes. Este indicador mide en términos proporcionales, cuantos alumnos están sobre la responsabilidad académica de un docente, se espera que exista una relación inversa entre el indicador y el desempeño del alumno, una menor relación significa mayor cantidad de profesores para orientar los alumnos, lo que impacta positivamente el desempeño académico.

f) Alumno Tiempo Integral/Funcionario Equivalente (ATIFE): este indicador representa la relación entre el número de alumnos en tiempo integral y el número de funcionarios equivalentes, la finalidad de este indicador es demostrar la productividad y eficiencia de los funcionarios con relación a la atención prestada, y verificar cuantos alumnos en media son atendidos por cada funcionario, se espera que cuanto menor la relación mejor será la formación del estudiante, por lo que se espera una relación inversa entre el indicador y el desempeño del alumno, pues, una cantidad mayor de funcionarios impactará positivamente en el rendimiento académico.

g) Índice de Calificación del Cuerpo Docente (ICCD): Este índice es utilizado entre las universidades federales brasileras y varía entre 1 y 5. Profesores con graduación tendrán un índice igual a 1, especialización 2, maestría 3 y doctorado 5, se espera que un mayor grado de calificación mejor será la calidad de la enseñanza.

h) Aportes Financieros da Nación (ANCOP): representa los valores recibidos por cada universidad estatal durante el año 2016. Este recurso es determinado por la ley 30 de 1992 para inversiones y gastos de funcionamiento. Sin embargo, cada IES tiene autonomía para decidir, organizar y administrar su propio presupuesto.

i) Profesores con Maestria y Doctorado Tiempo Integral (PMD): Esta variable representa la cantidad de profesores con grado de maestria y doctorado en tiempo integral entre las universidades estatales colombianas.

Respecto a la fuente de datos, para el caso brasileros fueron utilizados los informes de gestión del año 2016 de cada universidad federal, dichos informes son elaborados sobre las disposiciones del Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU) con la finalidad de participar a la sociedad y a los órganos de control sobre la administración de cuentas anuales. Algunas otras informaciones fueron extraídas a través del *Instituto Nacional de Estudo e Pesquisa Educacionais* (INEP) y del Ministerio de Educación brasileros (MEC). Por otro lado, los datos concernientes al caso colombiano fueron extraídos de algunos informes de gestión de universidades estatales del año 2016, del Ministerio de Educación Nacional, del Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS) y finamente del Sistema de Prevención para la Deserción en la Educación Superior (ESPADIES).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Universidades brasileras

Considerando los criterios descritos en la metodología, el análisis *cluster* mostró que las 56 universidades federales brasileras podrían ser divididas en dos grupos, un primer grupo conformado por aquellas universidades con un mayor índice de investigación y cursos de posgraduación y otro grupo de universidades más direccionadas a la enseñanza de cursos de graduación. Las variables utilizadas para crear dichos grupos en el caso brasileros fueron: el índice de calificación del cuerpo docente (ICCD) y el concepto capes (CCAPES). El primer grupo está conformado por

24 universidades con valores medios de 4,5 y 4,3 en las variables (ICCD) y (CCAPES) respectivamente, el segundo grupo esta constituido por 32 universidades con poca participación en investigación y posgraduación con una media de 4,09 y 3,4 en las variables (ICCD) y (CCAPES) respectivamente.

Tabla 1– Medida descriptiva de los grupos formados (universidades Brasileiras)

GRUPO I		GRUPO II		
UFMG	UFSCAR	UFGD	UFERSA	UFSJ
UNB	UNIFESP	UFG	UNIR	UFES
UFRJ	UFU	UFMT	UFRR	UFTM
UFF	UFABC	UFMS	UFAC	UFVJM
UFCG	UNIRIO	UFRB	UNIFAP	UFRRJ
UFPE	UFBA	UFCA	UFOPA	UFFS
UFC	UFPB	UFAL	UFPA	UNIPAMPA
UFRPE	UFRRJ	UFMA	UFT	FURG
UNIFESSPA	UFPEL	UFOB	UFRA	
UFLA	UFSC	UFPI	UNIFAL	
UFMS	UFPR	UFRN	UNIFEI	
UFOP	UFRGS	UNIVASF	UFJF	
Media (iqcd)= 4,5		Media (iqcd)= 4,09		
Media (ccapes)= 4,3		Media (ccapes)= 3,4		

Fuente: datos de la investigación (2016).

La tabla 2 presentada a continuación muestra la estimación de la frontera de eficiencia de las universidades federales brasileiras para el año 2016. Las instituciones eficientes localizadas en la frontera con un *score* igual a uno, representan el 37,5% de las universidades del primer grupo, en cuanto el 62,5% restante se situó debajo de la frontera de eficiencia. Se espera que todas las universidades situada sobre la frontera sean consideradas punto de referencia o *benchmark* de aquellas que están por debajo de la frontera, sin embargo, la tabla 2 muestra que universidades como UNIFESSPA, UNB y UNIRIO, que están sobre la frontera, no son referencia para ninguna institución ineficiente.

Tabla 2 - Frontera de eficiencia de las IFES: grupo I

Rank	DMU	Score	Benchmark	Rank	DMU	Score	Benchmark
1	UFMG	1	12	13	UFBA	0,89	0
1	UFRJ	1	1	14	UFU	0,87	0
1	UFPEL	1	1	15	UFC	0,85	0
1	UFCG	1	1	16	UFSC	0,85	0
1	UFOP	1	1	17	UFLA	0,83	0
1	UFPR	1	1	18	UFSCAR	0,83	0
1	UNIFESSPA	1	0	19	UNIFESP	0,83	0
1	UNB	1	0	20	UFABC	0,81	0
1	UNIRIO	1	0	21	UFPB	0,79	0
10	UFRGS	0,999	0	22	UFRPE	0,78	0
11	UFPE	0,91	0	23	UFMS	0,77	0
12	UFRRJ	0,89	0	24	UFF	0,74	0

Fuente: datos de la investigación (2016).

Con relación a los scores de cada universidad perteneciente al grupo I, la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG) fue considerada según el modelo DEA referencia para 12 universidades ineficientes, aspecto que puede estar íntimamente relacionado a los excelentes resultados de dicha institución en los últimos años, según el relatorio de gestión de la universidad UFMG en el año 2016 el promedio de alumnos para cada profesor era de 5,18; el concepto capes de posgraduación fue igual a 5,18 y el índice de calificación el cuerpo docente fue igual a 4,75 siendo 5 el valor máximo; la tasa de suceso en la graduación fue de 67,42% y finalmente el costo corriente por alumno equivalente fue igual a R\$18.456,54. Por otro lado, la UFMS y la UFF presentaron los scores de eficiencia más bajos iguales a 0,77 y 0,74 respectivamente

Los resultados presentados anteriormente tornan interesante indagar sobre las posibles causas de ineficiencia del grupo I, por lo que la tabla 3 presenta las holguras proyectada por el modelo para verificar las causas de ineficiencia de las universidades o DMUs que están debajo de la frontera, este análisis también permitirá tomar decisiones con relación a la cantidad de *input* y *outputs* utilizados en el proceso productivo de las universidades federales.

Tabla 3 - Holguras de las IFES grupo I año 2016

Rank	DMU	Exceso CCAE	Exceso ATIDE	Exceso ATIFE	Exceso IQCD	Escasez CCAPES	Escasez TSG
10	UFRGS	0	0	0	0	0	0,013
11	UFPE	0	0	0,4	0	0,7	0,02
12	UFRRJ	3429,99	0	0	0,7	0,9	0
13	UFBA	0	0,3	0	0	0,5	0,06
14	UFU	1338,75	0	0,3	0,2	0,7	0,06
15	UFC	559,969	0	2,9	0	0,6	0,10
16	UFSC	3990,65	0	2,2	0,0	0,4	0,13
17	UFLA	778,751	0	0	0,2	0,7	0,11
18	UFSCAR	1326,36	0	1,9	0,2	0,8	0,10
19	UNIFESP	2102,33	0	1,6	0,3	0,2	0,14
20	UFABC	0	0	0	0,5	1,2	0,05
21	UFPB	0	0	0	0	0,5	0,17
22	UFRPE	2541,67	0	0,	0,1	0,7	0,13
23	UFMS	5957,26	0	0,2	0	1,2	0,10
24	UFF	2268,13	0	0	0	1,0	0,17

Fuente: Datos de la investigación (2016).

La tabla 3 muestra que por el lado de los inputs las universidades ineficientes experimentaron excesos significativos en el costo corriente por alumno equivalente, excepto la UFPE, UFRGS, UFBA, UFABC y UFPB. Sin embargo, UFMS, UFSC, UFRRJ y UNIFESP utilizaron un exceso en el costo corriente por alumno de R\$ 5.957,26; R\$ 3.990,65; R\$ 3.429,99 e R\$ 2.102,33; respectivamente. Es de esperarse que un aumento en la inversión impacte positivamente en el producto, sin embargo, la utilización de más recursos no implicó necesariamente mejoras en el concepto capes ni en la tasa de graduación. Según los resultados de la tabla 3 también es posible afirmar que la mayoría de las DMUs del grupo I situadas debajo de la frontera experimentaron escasez en el CCAPES y en la TSG, con excepción de la UFRRJ que tuvo su eficiencia afectada por un exceso en el ICCD, En este punto es conveniente aclarar que un exceso en el índice de calificación del cuerpo docente puede ser interpretado como una subutilización de profesores bien calificados, es decir, profesores con doctorado y maestría podrían ser más productivos dentro de grupos de investigación que en sala de clases.

La tabla 4 presentada a continuación muestra el segundo grupo de universidades federales brasileras clasificado por el análisis de *cluster*. Mostrando un total de 32 instituciones de las cuales el 53.12% resultaron eficientes, mientras que el

46.87% se situó por debajo de la frontera. La universidad con el score de eficiencia más bajo fue UFFS igual a 0,67, mientras que la UFPA fue considerada parámetro de referencia para 9 universidades ineficientes la UNIFPA fue parámetro para 3 universidades y la UFAL para una. En el grupo II también es posible verificar la existencia de universidades eficientes ubicadas sobre la frontera y que no son referencia para ninguna institución. Para entender este aspecto es necesario analizar las holguras dentro del grupo.

Tabla 4- Frontera de Eficiencia de las IFES: grupo II

Rank	DMU	Score	Benchmarks	Rank	DMU	Score	Benchmarks
1	UFPA	1	9	1	UNILA	1	0
1	UNIFAP	1	3	18	UNIFAL	0,9736	0
1	UFAL	1	1	19	UFSJ	0,9553	0
1	UFOB	1	0	20	UFES	0,9298	0
1	UFT	1	0	21	UFTM	0,9242	0
1	UFRA	1	0	22	UFRN	0,9145	0
1	UFOPA	1	0	23	UFGD	0,8972	0
1	UFJF	1	0	24	UNIFEI	0,8577	0
1	UFRR	1	0	25	UFMT	0,8530	0
1	UFERSA	1	0	26	UFRB	0,7975	0
1	UFCA	1	0	27	UFMS	0,7464	0
1	UFPI	1	0	28	UFMA	0,745	0
1	UFVJM	1	0	29	UNIR	0,7315	0
1	UFG	1	0	30	UNIPAMPA	0,7104	0
1	UFAC	1	0	31	UNIVASF	0,691	0
1	FURG	1	0	32	UFFS	0,6792	0

Fuente: Datos de la investigación (2016).

La tabla 5 presenta las holguras encontradas por el modelo DEA entre las DMUs o instituciones ineficientes. Es posible evidenciar que, a diferencia de las universidades del primer grupo, las instituciones del grupo II no experimentaron excesos en el costo corriente por alumno, exceptuando el caso de la UFRN y UFMS que utilizaron un exceso en costo por alumno de R\$ 6.240,95 e R\$ 501,246 respectivamente.

Tabla 5- Holguras de las IFES del grupo II año 2016

Rank	DMU	Exceso CCAE	Exceso ATIDE	Exceso ATIFE	Exceso IQCD	Escasez CCAPES	Escasez TSG
18	UNIFAL	0	0	0	0,16	0,11	0,12
19	UFSJ	0	0	1,123	0,03	0,15	0,28
20	UFES	0	0	0,89	0,28	0	0,08
21	UFTM	0	1,849	0	0,42	0,05	0,06
22	UFRN	6240,95	0	0,024	0,07	0,05	0,11
23	UFGD	0	0	0,312	0	0	0,11
24	UNIFEI	0	0	2,156	0,30	0	0,13
25	UFMT	0	0	1,233	0,07	0	0,17
26	UFRB	0	0	0	0	0,15	0,15
27	UFMS	501,246	0	0,472	0,19	0,06	0,28
28	UFMA	0	0	0	0,01	0,11	0,22
29	UNIR	0	0	0	0	0	0,24
30	UNIPAMPA	0	0	0	0,44	0,19	0,23
31	UNIVASF	0	0	0	0	0,48	0,23
32	UFFS	0	0	0	0,57	0,32	0,27

Fuente: Datos de la investigación (2016).

Por otro lado, es posible inferir que la ineficiencia del grupo II se debe en grande medida a los escasos en el TSG y al exceso en el ICCD. Es importante mencionar el caso de la universidad UNIR que presentó escasos solo en la variable TSG asunto que afectó considerablemente su score de eficiencia en el año 2016.

4.2 Universidades colombianas

El análisis de *cluster* implementado para homogenizar las universidades estatales en Colombia se realizó utilizando como variables de decisión el total de revistas indexadas pubindex (RIP) publicadas en el año 2016 y el número de alumnos matriculados en programas de posgraduación (MPG). Para diferenciar las universidades más dedicadas a la investigación y a la posgraduación de aquellas más dedicadas a la oferta de cursos de pregrado. Los resultados indicaron la existencia de dos grupos conforme muestra la tabla 6 a seguir.

El primer grupo está conformado por 9 universidades cuya media en revistas publicadas durante el año 2016 fue 6 veces mayor que el grupo II, así mismo, la cantidad media de alumnos matriculados en cursos de posgraduación es mucho más elevada en el primer conglomerado que en el segundo.

Tabla 6 - Medida descriptiva de los grupos formados

GRUPO I	GRUPO II	
UPN	UNICORDOBA	UNITOLIMA
UPTC	USCO	UNIQUINDIO
UNICAUCA	UDELA	UFPSCUC
UTP	UMNG	UFPSOCA
UNICALDAS	UTCH	UDP
UD	UNILLANOS	UNIMAGDALENA
UIS	UPC	UDEC
UDEA	UNICOLMAYOR	UNISUCRE
UNIVALLE	UNIPACIFICO UA	UNIGUAJIRA
	UNICARTAGENA	UNAD
	UNINARIÑO	
Média (RIP): 6,2	Média (RIP): 1	
Média (MPG): 1.536	Média (MPG):202	

Fuente: Elaboración propia datos de la investigación (2016).

La tabla 7 muestra los resultados obtenidos de las estimaciones de las fronteras de eficiencia entre las universidades colombianas que conforman el primer grupo. Verificando inicialmente el resultado individual de los *scores* es posible inferir que en el año 2016 aproximadamente 78% de las IES se localizaron sobre la frontera de eficiencia, mientras que el 22% estaban por debajo de la frontera. Instituciones como la UDEA y UD fueron parámetro de referencia de dos instituciones, mientras que universidades como la UIS, UPTC, UNICALDAS, UPN aun estando sobre la frontera no fueron referencia para otras unidades ineficientes.

Tabla 7- Frontera de eficiencia de las IES colombianas: grupo I

Rank	DMU	Score	Benchmark
1	UDEA	1	2
1	UD	1	2
1	UNIVALLE	1	1
1	UIS	1	0
1	UPTC	1	0
1	UNICALDAS	1	0
1	UPN	1	0
8	UTP	0,3563418	0
9	UNICAUCA	0,2878121	0

Fuente: Elaboración propia datos de la investigación (2016).

Por otro lado, es posible verificar que de las dos universidades ineficientes presentes en el grupo I, UNICAUCA presentó el score de eficiencia más bajo igual a 0.28.

Las posibles causas de ineficiencia entre las dos instituciones del grupo I puede ser explicadas analizando las holguras presentes en la tabla 8. Como se puede apreciar, no existe exceso de *inputs* ni escasez de *outputs* entre las primeras DMUs analizadas, pues estas tienen holgura iguales a cero, sin embargo, la UTP y UNICAUCA presentaron excesos en las variables ATIDE y ANCOP, esta última variable relacionada a los aportes económicos de la nación repasados a las universidades estatales colombianas, son dineros que por ley deben ser destinados a gastos de funcionamiento y gastos de inversión según la necesidad de cada institución educativa. En ese sentido, puede inferirse que los excesos de \$17. 064 y \$87.858 (Millones de pesos colombianos) en la UTP y UNICAUCA consecutivamente, pueden representar decisiones poco eficientes en sus gastos, debido a que la utilización de estos recursos no implicó mejoras en las tasas de graduación y mucho menos en la producción de revistas indexadas durante el año 2016.

Tabla 8 - Holguras de las IES colombianas grupo I año 2016

Rank	DMU	Exceso ATIDE	Exceso ANCOP	Exceso PMD	Escasaz TG	Escasez RIP
1	UDEA	0	0	0	0	0
1	UD	0	0	0	0	0
1	UNIVALLE	0	0	0	0	0
1	UIS	0	0	0	0	0
1	UPTC	0	0	0	0	0
1	UNICALDAS	0	0	0	0	0
1	UPN	0	0	0	0	0
8	UTP	0,92	\$17. 064	0	1,21	6,69
9	UNICAUCA	0,43	\$87.858	0	2,38	8,45

Fuente: Elaboración propia datos de la investigación (2016).

Los resultados concernientes al grupo II de las universidades colombianas más direccionadas a la enseñanza de cursos de graduación se encuentran en la tabla 9. La UNAD, UMNG y UNICORDOBA fueron catalogadas por el modelo como las

universidades de mayor referencia para aquellas que no alcanzaron la frontera de eficiencia, mientras que universidades como UNITOLIMA, UTCH, UDELA, UDP entre otras, a pesar de ser eficientes no fueron referencia o *benchmarks* para otras DMUs. Por otro lado, las dos universidades con los *scores* de eficiencias más bajos fueron UA y UNIQUINDIO igual a 0,31 cada una.

Tabla 9- Frontera de eficiencia de las IES colombianas: grupo II

Rank	DMU	Score	Benchmarks
1	UNAD	1	6
1	UMNG	1	6
1	UNICORDOBA	1	5
1	UNICOLMAYOR	1	4
1	UNIPACIFICO	1	2
1	UNILLANOS	1	2
1	UFPSCUC	1	1
1	UFPSOCA	1	1
1	UNITOLIMA	1	0
1	UTCH	1	0
1	UDELA	1	0
1	UDP	1	0
1	UNIMAGDALENA	1	0
1	UNIGUAJIRA	1	0
1	USCO	1	0
16	UDEC	1	0
17	UNICARTAGENA	0,84	0
18	UNISUCRE	0,66	0
19	UNINARIÑO	0,66	0
20	UPC	0,37	0
21	UA	0,31	0
22	UNIQUINDIO	0,31	0

Fuente: Elaboración propia datos de la investigación (2016).

La tabla 10 muestra que existen diversas razones que pueden explicar la ineficiencia dentro del grupo II. Con relación a los *inputs*, fue posible detectar un exceso en la variable ATIDE que representa la cantidad de alumnos por cada profesor, también la variable ANCOP para el caso de UNICARTAGENA, UA y UNIQUINDIO que presentaron exceso de \$46.670, \$48.448 y \$2.395 (millones de pesos) consecutivamente. Este aspecto puede ser interpretado como decisiones poco eficientes en sus gastos de funcionamiento e inversión durante el año 2016. Con relación a los *inputs* el modelo no presentó excesos en el número de profesores con

maestría y doctorado. Por el lado de los *outputs* existe una segunda variable que afecta la eficiencia del grupo II excepto en el caso de UNINARIÑO que es la escasez en la variable RIP relacionada a la producción científica. Es importante mencionar que algunas universidades como UNICARTAGENA, UNISUCRE y UNIQUINDIO, no presentaron escasez en sus tasas de graduación, lo que significa un avance positivo por parte del MEN en su sistema de prevención de deserción en la educación superior (SPADIES).

Tabla 10- Holguras de las IES colombianas grupo II año 2016

Rank	DMU	Excesso ATIDE	Excesso ANCOP	Excesso PMD	Escassez TG	Escassez RIP
17	UNICARTAGENA	1,40	\$46.670,08	0	0	1,37
18	UNISUCRE	0	0	0	0	0,72
19	UNINARIÑO	0	0	0	23,66	0
20	UPC	0	0	0	1,59	1,54
21	UA	0,90	\$48.448	0	3,54	2,35
22	UNIQUINDIO	0,10	\$2.395	0	0	3,76

Fuente: Elaboración propia datos de la investigación (2016).

Según relatorio del ministerio de educación nacional colombiano en el año 2016 la deserción entre los alumnos universitarios alcanzó niveles del 9%, una de las tasas más bajas en los últimos años. A pesar de los buenos resultados UNINARIÑO y UA presentaron escasas en sus tasas de graduación de 23,6% e 3,54 % respectivamente.

4 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados de esta investigación cuya finalidad era medir la eficiencia productiva de universidades brasileras y colombianas a través del análisis envolvente de datos. Fue posible evidenciar que las universidades federales brasileras más enfocadas en investigación y cursos de posgraduación, presentaron excesos en el costo corriente por alumno equivalente, escasos en la tasa de suceso de graduación y en el concepto CAPES. Estos resultados permiten verificar que más recursos financieros no siempre implican mejor calidad de la educación. Por otro lado, la principal causa de ineficiencia entre las universidades brasileras más orientadas a la enseñanza de cursos de graduación fue la escasez de la tasa de suceso en la graduación y el exceso en el índice de calificación del cuerpo docente, el exceso en esta última variable puede ser interpretado como una subutilización de profesores con maestría y doctorado.

Los resultados para el caso colombiano apuntan que la ineficiencia entre las universidades estatales tanto las más dedicadas a la investigación como las más dedicadas a la enseñanza en pregrado se debe principalmente al exceso en la variable razón estudiante/docente, la cual indica que existe un elevado número de alumnos sobre la responsabilidad académica de un profesor, impactando de forma negativa el rendimiento del alumno. Una segunda posible explicación a la ineficiencia de algunas universidades estatales en Colombia durante el año 2016 está relacionada al exceso en los aportes de la nación, aspecto que puede parecer contradictorio considerando el contexto actual de las universidades, las cuales luchan por un aumento en sus recursos financieros. Sin embargo, es muy probable que este resultado puede estar relacionado al uso ineficiente de estos recursos considerando que las universidades son autónomas al momento de distribuirlos.

Finalmente, es posible vislumbrar que tanto Brasil como Colombia necesitan mejorar sus índices de eficiencia. Algunos de los caminos que pueden conducir a mejores resultados son aumentos en sus índices de investigación, aumentos en las tasas de suceso en la graduación y tomar decisiones más eficientes en cuanto al uso y distribución de sus recursos financieros. Vale la pena resaltar que los resultados rebelados en esta investigación no muestran la completa realidad de las universidades analizadas, por lo que es necesarios estudios más criteriosos dentro de cada institución para determinar las verdaderas causas de ineficiencia.

REFERENCIAS

AFONSO, António; SANTOS, Mariana. **Students and teachers: A DEA approach to the relative efficiency of portuguese public universities**. 2005. Disponível em: <file:///C:/Users/marti/Downloads/SSRN-id744464.pdf> Acesso em: 08 de ago. 2017

BANKER, R; CHARNES, A; COOPER, W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30. n. 9, 1984. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2631725>.> Acesso em: 22 de jul de 2017

BRASIL. Constituição (1988) Art. 212. **Constituição da República Federativa do Brasil**: 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BELLONI, Jose. **Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

CASADO, Frank. Análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na educação superior. **Sociais e Humanas**, Santa Maria, v. 20, n. 1. Jan/jun. 2007.

CASTILLO, Jacqueline. **Avaliação da Educação Superior: Estudo dos Sistemas no Brasil e na Colômbia**. 2015. 166.f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Salvador, Universidade Federal da Bahia, 2015.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

COLÔMBIA. **Constituição (1991)**. Constituição Política da Colômbia. Bogotá: Senado, 1991.

COLÔMBIA. Ministério de Educação. Secretaria de Educação Superior. **Programa de avaliação Institucional das Universidades Brasileiras**. Brasília: MEC, 1994. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me002072.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

COSTA, Edward Martins; SOUZA, Hermínio Ramos de; RAMOS, Francisco de Sousa; SILVA, Jorge Luiz Mariano. Eficiência e desempenho no ensino superior: uma análise da fronteira de produção educacional das IFES brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, v.16, n.3, p.415-440, 2012.

CURY, K.R.S. **Análise Envoltória de dados aplicada à avaliação da pós-graduação das universidades federais**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL (SBPO), 27., 1995, Vitória. **Anais...** Vitória, 1995.

FAÇANHA, L. O.; MARINHO, A. Instituições de Ensino Superior Governamentais e Particulares: Avaliação Comparativa de Eficiência. **Texto para Discussão**, IPEA, n. 813, 2001. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

FARREL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Jornal da Royal Statistical Society**, Série A, v. 120, Part. III, 253-290, 1957.

FORSUND, Finn R.; KALHAGEN, Kjell Ove. Efficiency and productivity of Norwegian colleges. In: **Data Envelopment Analysis in the Service Sector**. Deutscher Universitätsverlag, 1999. p. 269-308.

GÓMEZ, J; Mancebón, M. Algunas reflexiones metodológicas sobre la evaluación de la eficiencia productiva de las instituciones de educación superior. **Ekonomiaz**, v. 60, n. 1, p. 140-165, 2005.

LAPA, J.S, LOPES, A.L.M e LANZER, E. Análise Envolvória de Dados aplicada à avaliação de IES: determinação dos pesos relativos e valoração dos insumos e produtos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL (SBPO), 27., 1995, Vitória. **Anais...** Vitória, 1995.

MARINHO, A. Metodologias para avaliação e ordenação de universidades públicas: o caso da UFRJ e demais IFES. **Ensaio**, v. 4, n. 13, p. 403-424, out./dez. 1996.

MARTINS, Edward; RAMOS, Hermínio; DE SOUZA, Francisco; MARIANO, Jorge. **Eficiência e desempenho no ensino superior**: uma análise da fronteira de produção educacional das IFES brasileiras. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rec/v16n3/a03v16n3.pdf>>. Acesso em: 20 de jul de 2017.

MINGOTI, Sueli. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

NUNES, Nilce. **Avaliação da eficiência produtiva de departamentos universitários**: uma aplicação de Análise Envolvória de Dados. 1998. Dissertação (Mestrado em Administração), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

OLIVEIRA, Carlos; TURRIONI, Batista. Avaliação de Desempenho de Instituições Federais de Ensino Superior Através da Análise Envolvória de Dados (DEA). In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza, CE, 2006. p. 1 – 8.

RED IBEROAMERICANA PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR (RIACES). **Plan de acción 2017 – 2019**. Disponível em: <<http://www.riaces.org/v1/index.php/institucional/plan-de-accion-2017-2019>>. Acesso em: 29 jan. 2019.

TONE, Kaoru. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 130, n. 3, maio. 2001.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIAO (TCU) **Relatórios de gestão** das Universidades Federais do exercício, 2016. Disponível em:
<<https://contas.tcu.gov.br/econtasWeb/web/externo/listarRelatoriosGestao.xhtml>>.
Acesso em: 14 out. 2017.

VISBAL, Delimiro; MENDOZA, Adel; CAUSADO, Edwin. Eficiencia en las instituciones de educación superior públicas colombianas: una aplicación del análisis envolvente de datos. **Civilizar. Ciencias Sociales y Humanas**, v. 16, n. 30, 2016.

WALTENBERG, Fábio. Teorias econômicas de oferta de educação: evolução histórica, estado atual e perspectivas. **Revista Educação e pesquisa**, v. 32, n.1, p. 117-136, jan./abr.2006.