

## ATRATIVIDADE DOS ESTADOS BRASILEIROS NA CAPTAÇÃO DE ALUNOS PARA SUAS RESPECTIVAS UNIVERSIDADES FEDERAIS

**Igor Rosa Dias de Jesus**

Universidade Federal Fluminense  
[igdias@uol.com.br](mailto:igdias@uol.com.br)

**Carlos André Faccini dos Santos**

Universidade Federal Fluminense  
[dedefaccini@hotmail.com](mailto:dedefaccini@hotmail.com)

**Luiz Claudio Sayão Cortez**

Universidade Federal Fluminense  
[katacozio@yahoo.com.br](mailto:katacozio@yahoo.com.br)

**João Carlos Correia Baptista Soares de Mello**

Universidade Federal Fluminense  
[joaocsmello@gmail.com](mailto:joaocsmello@gmail.com)

**Resumo:** O objetivo deste artigo é avaliar a eficiência de cada estado brasileiro na oferta de vagas e na procura pelos cursos de ensino superior de suas respectivas Universidades Federais, através da utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA). Este estudo avalia a capacidade das universidades públicas federais dos estados brasileiros em converter os investimentos governamentais em demanda para seus cursos, tanto no que tange à quantidade efetiva de vagas disponibilizada em cada estado, quanto no que tange à procura pelos cursos de graduação em universidades públicas federais de cada estado. O presente estudo utiliza o modelo DEA de retornos não-crescentes de escala, orientado a output, e seus resultados poderão servir de insumo à elaboração de políticas públicas para a educação superior no país, sempre no sentido de tornar eficientes os estados percebidos como ineficientes, e de aumentar a eficiência global do sistema de educação superior no Brasil como um todo.

**Palavras-chave:** Educação Superior, DEA, Avaliação, Universidades Federais, retornos não-crescentes de escala.

**Abstract:** The aim of this article is to evaluate the efficiency of each Brazilian state concerning the vacancy offer and the demand for higher education courses of their respective federal universities, using Data Envelopment Analysis (DEA). This study evaluates the capacity of the federal universities of Brazilian states in the converting of the government investments into demand for their courses, regarding the quantity of available vacancies and the demand for graduation courses of each state. This article uses the non-increasing returns of scale DEA model, output oriented, and its results can be used as reference to the development of higher education public policies, aiming to improve the performance of the inefficient states and the global efficiency of the whole Brazilian higher education system.

**Keywords:** Higher Education, DEA, Evaluation, Federal Universities, Non-Increasing Returns of Scale.

## 1. Introdução

A educação superior vem passando por uma série de transformações ao longo da última década. A criação de novas Universidades Federais, o aumento dos investimentos em educação pública, a popularização do ensino superior nas universidades e faculdades particulares, através da ampliação do Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior (FIES) e da criação do Programa Universidade para Todos (PROUNI) vêm tornando o sistema educacional em nível superior no Brasil cada vez mais amplo, mais abrangente, e conseqüentemente, mais complexo.

Dias Sobrinho (2010) afirma que foi notável a recente expansão do sistema de educação superior brasileiro. Alguns poucos números o demonstram. Em 1996, havia 922 Instituições de Ensino Superior (IES); em 2004, eram 2013 e, em 2007, somavam 2.281. De modo proporcional, cresceu o número de matrículas: 1.868.529, em 1996; 4.163.733, em 2004, e 4.880.381, em 2007. Muitos fatores explicam essa expansão, dentre os quais, de modo interconectado, se incluem o forte movimento de modernização e globalização, o notável aumento do contingente de jovens formados nas etapas escolares anteriores, os fenômenos de urbanização e de globalização, a ascensão das mulheres na sociedade, as crescentes exigências de maior escolaridade e qualificação profissional por parte do mundo do trabalho e as mudanças culturais em grande parte impulsionadas pelos sistemas de informação. Todos esses fatores e a enorme ampliação dos tipos de demandas e demandantes justificam não só a multiplicação, notadamente do setor privado, como também a ocorrência da diversificação e segmentação do sistema de Educação Superior. Além dos cursos tradicionais, se criaram outros de variada tipologia e duração, em geral de baixos níveis de exigência acadêmica e voltados ao atendimento de demandas de qualificação profissional.

De acordo com Galleguillos & Catani (2011), o crescimento da oferta na educação superior é prioritariamente oriundo de instituições privadas, enquanto a oferta de vagas por parte das instituições públicas mantém-se praticamente estagnada se comparada ao crescimento do setor privado. Pode-se perceber que o Estado vem transferindo, paulatinamente, sua responsabilidade social para a livre-iniciativa, sob o pressuposto de autonomia que, por um lado, favorece a iniciativa privada para a abertura indiscriminada de cursos e vagas, e, por outro, desfavorece a expansão do ensino público por meio da regulação dos recursos financeiros. Galleguillos & Catani (2011) apontam ainda que a expansão das escolas determina o aumento do mercado educacional, o que pode favorecer a situação da educação brasileira, caso tal construção seja realizada com qualidade. Contudo, junto com esta expansão de escolas, há um índice cada vez maior de evasão de alunos, que não conseguem pagar as mensalidades devido aos aumentos posteriores, que não são informados ou bem esclarecidos no momento da matrícula. Ressalte-se ainda a demissão em massa de professores titulados após o credenciamento dos cursos, e/ou sua remuneração sob titulação inferior àquela apresentada aos consultores *ad hoc*.

Por este motivo, a busca dos estudantes pela realização do curso superior nas universidades públicas continua grande, haja vista as grandes taxas de procura nestas universidades, que vêm seguidas por uma alta relação candidato/vaga nos vestibulares realizados anualmente e na realização do Enem (Exame Nacional do Ensino Médio) com vistas à entrada de estudantes via Sisu (Sistema de Seleção Unificada).

De acordo com Real (2009), o desempenho das instituições de ensino superior (IES) públicas é, em geral, melhor do que o das IES privadas. A distribuição dos conceitos do Enade por categoria administrativa mostra que as IES públicas não só têm os maiores percentuais de conceitos altos, como têm percentuais muito superiores aos das IES privadas. Nas IES estaduais e federais os percentuais de conceitos altos chegam a cerca de 78,0%, enquanto nas privadas este percentual fica em torno de 38,0%.

Através da análise das estatísticas oficiais acerca do Ensino Superior, detectou-se uma relação assimétrica na razão cursos/vagas, considerando instituições públicas e privadas. Nas instituições privadas, essa relação atinge, em média, índices cinco vezes maiores do que essa relação nas instituições públicas, ou seja, a demanda relativa nas instituições de ensino superior privadas é muito menos do que nas públicas.

Ainda de acordo com Real (2009), essa constatação, em outras palavras, indica a necessidade de se observar as condições em que ocorreu a expansão de vagas no sistema educacional superior brasileiro, pois se essa ampliação representou aumento do número de alunos por sala de aula, pode significar que aí incide um dos aspectos diferenciais, para além das questões socioeconômicas, que podem vir a influenciar a diferença no resultado do rendimento dos alunos das instituições privadas em relação aos resultados mais positivos obtidos pelo alunos das instituições públicas.

Naturalmente, os esforços para medir, monitorar e avaliar o desempenho desse sistema, tanto de forma holística, quanto através de uma abordagem que considere cada um de seus elementos isoladamente, também têm sido maiores, à medida que o sistema se torna mais complexo. Estruturas têm sido criadas, dentro e fora da esfera governamental, para se analisar esta questão, e também tem se trabalhado com diversas ferramentas de caráter avaliativo ao longo dos anos, tais como os Provões e o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade), apenas para citar dois exemplos.

Dias Sobrinho (2010) resalta que a avaliação é a ferramenta principal da organização e implementação das reformas educacionais. Produz mudanças nos currículos, nas metodologias de ensino, nos conceitos e práticas de formação, na gestão, nas estruturas de poder, nos modelos institucionais, nas configurações do sistema educativo, nas políticas e prioridades da pesquisa, nas noções de pertinência e responsabilidade social. Enfim, tem a ver com as transformações desejadas não somente para a educação superior propriamente dita, mas para a sociedade, em geral, do presente e do futuro.

Polidori (2009) estrutura a avaliação do sistema educacional em nível superior brasileiro em quatro ciclos, cujas avaliações são majoritariamente realizadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

- **Primeiro ciclo (1986 a 1992)** – várias iniciativas de organização de um processo de avaliação, e a existência de avaliações isoladas no país não se constituindo em uma avaliação de caráter nacional (PARU, GERES);
- **Segundo ciclo (1993 a 1995)** – denominado de formulação de políticas. Instalação do Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras (PAIUB);
- **Terceiro ciclo (1996 a 2003)** – denominado de consolidação ou implementação da proposta governamental. Ocorreu o desenvolvimento do Exame Nacional de

Cursos (ENC), o Provão, e o da Avaliação das Condições de Oferta (ACO), a qual passou, posteriormente, a ser chamada de Avaliação das Condições de Ensino (ACE). Por fim, houve, ainda, algumas Portarias para regulamentarem e organizarem a avaliação das IES;

- **Quarto ciclo (2003 a atual)** – denominado de construção da avaliação emancipatória, com a implantação do Sistema Nacional da Avaliação da Educação Superior (SINAES), numa proposta de se desenvolver uma avaliação formativa e que considerasse as especificidades das IES do país.

O estudo do quarto ciclo pode ser melhor compreendida ao se analisarem os estudos de Felix (2008) e Fonseca (2007).

O Enade aparece como um dos componentes recentes mais relevantes a ter sido criado no âmbito do SINAES, tendo se constituído como uma ferramenta da educação superior de amplo espectro e de rápida popularização. Segundo informações do INEP (2011), o Enade deve ser aplicado a uma amostra de estudantes de cada curso, nas áreas selecionadas a cada ano, garantida uma nova aplicação em tais áreas em um prazo máximo de três anos. Além disso, para a inscrição no Enade, estarão habilitados os estudantes das áreas selecionadas, sendo considerados como estudantes do final do primeiro ano, aqueles que tiverem concluído, até a data inicial do período de inscrição, entre 7% a 22% (inclusive) da carga horária mínima do currículo do curso da Instituição de Educação Superior (IES), e como estudantes do final do último ano do curso, aqueles que tiverem concluído, até a data inicial do período de inscrição, pelo menos 80% da carga horária mínima do currículo do curso da IES. Por fim, ainda segundo o INEP (2011), o Enade será responsável por avaliar o desempenho dos estudantes com relação aos conteúdos programáticos previstos nas diretrizes curriculares dos respectivos cursos de graduação, o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias ao aprofundamento da formação geral e profissional, e o nível de atualização dos estudantes com relação à realidade brasileira e mundial.

No entanto, apesar dos esforços envidados pelo Governo federal no sentido de tornar o Enade um instrumento de efetiva mudança e melhoria dos cursos superiores das universidades e faculdades avaliadas, Rodrigues & Peixoto (2010) salientam que nesse primeiro momento de avaliação realizado pelo ENADE, o mesmo não apresentou contribuições efetivas ao aprimoramento, bem como aperfeiçoamento dos cursos de graduação. De uma forma geral, os entrevistados que participaram da pesquisa realizada pelos autores salientaram que o exame não apresentou para a instituição nenhuma diferença do modelo de avaliação realizado anteriormente, o Provão, e que o mesmo foi percebido como uma tarefa burocrática, cuja preocupação maior ocorreu apenas no seu processo de organização formal, não oferecendo nenhuma contribuição para o desenvolvimento de ações e/ou medidas nos cursos. Tais argumentos estão em consonância com os estudos apresentados por Rothen & Nasciutti (2008) e Verhine & Dantas (2005).

Dias et al. (2006) ponderam, ainda, que o papel da avaliação do desempenho discente entendido como indicador da qualidade institucional é polêmico e que os métodos criados para realizá-lo têm-se mostrado ineficientes, quando se considera que o acesso da população ao sistema de Ensino Superior brasileiro está pautado em inegáveis princípios de desigualdade social. Dias et. al (2006) argumentam também que tem-se tentado mudar, ao longo dos anos, a natureza regulatória que caracteriza o

processo avaliativo no Brasil, introduzindo-se procedimentos que visam ao caráter formativo. No entanto, métodos apropriados para isso ainda não foram encontrados, tampouco tem sido consolidada no Brasil a cultura da auto-avaliação, que se faz extremamente necessária para a validação dos métodos de avaliação ora vigentes.

Dessa forma, dado que o Enade apresenta várias críticas e várias restrições ao seu uso no que concerne à aplicabilidade de suas informações, métodos alternativos de avaliação do ensino superior no Brasil têm sido constantemente buscados e testados. De acordo com Dias et al. (2006), o próprio MEC reconhece as falhas sistêmicas existentes no que tange à avaliação da Educação Superior brasileira e a necessidade do desenvolvimento de instrumentos que permitam entender com mais clareza a realidade existente.

Estes instrumentos podem incluir desde análises qualitativas, com entrevistas com alunos e professores das IES, até análises quantitativas que trabalham com informações como número de ingressantes, procura pelo curso, etc. Este trabalho opta por realizar uma avaliação quantitativa da educação superior no Brasil, conforme poderemos ver no capítulo a seguir.

## 2. Objetivo

O objetivo deste artigo é avaliar a eficiência de cada Unidade Federativa do Brasil na atração de alunos para suas respectivas universidades federais, considerando suas disponibilidades de recursos. Para tanto, utilizaremos como ferramenta a Análise Envoltória de Dados (DEA), conhecida em inglês pelo termo *Data Envelopment Analysis*, que dá origem à sigla pela qual a ferramenta é conhecida. Através da análise utilizando DEA, o artigo se propõe a mostrar quais são os estados mais eficientes na alocação de recursos relacionados ao ensino superior (inputs), gerando a maior quantidade possível de produtos relacionados ao ensino superior no Brasil (outputs).

De forma mais detalhada, este estudo permite avaliar a capacidade das universidades públicas federais dos estados brasileiros em converter os investimentos governamentais em demanda para seus cursos, tanto no que tange à quantidade efetiva de vagas disponibilizada em cada estado, quanto no que tange à procura pelos cursos de graduação em universidades públicas federais de cada estado. É importante ressaltar que a qualidade do ensino e dos estudantes não está sendo avaliada.

Para tanto, serão utilizados os dados do Censo da Educação Superior no Brasil, referente ao ano de 2009. Esse banco de dados é compilado anualmente pelo INEP e contém diversas informações sobre a situação do ensino superior em cada município do Brasil, dentre as quais número de ingressantes, número de matrículas, número de concluintes, procura por cada curso, percentual de ingressantes por sexo, etc.

A abordagem DEA, por ser não-paramétrica, permite que as análises sejam feitas sem considerar parâmetros estabelecidos *a priori*, ou seja, as análises considerarão apenas as variáveis atribuídas a cada Unidade Federativa. Além disso, a abordagem DEA permite o uso simultâneo de múltiplos inputs e outputs para a composição da eficiência, o que amplia a possibilidade de avaliação em relação aos modelos que consideram apenas um input e um output.

O presente estudo também tem por objetivo servir de insumo à elaboração de políticas públicas para a educação superior no país, sempre no sentido de tornar eficientes os estados percebidos como ineficientes, e de aumentar a eficiência global do sistema de educação superior no Brasil como um todo.

### 3. Instrumentos de Avaliação

Devido à necessidade de entender mais detalhadamente a relação entre a demanda para os cursos de ensino superior brasileiros e as particularidades do contexto social e educacional de seus respectivos estados, foram pesquisados trabalhos científicos que servissem como amparo teórico para o presente trabalho, no que diz respeito ao desenvolvimento de novos instrumentos de avaliação para a educação superior no Brasil, seguindo duas principais vertentes: análise de demanda para educação superior, e aplicações de Análise Envoltória de Dados (DEA) no contexto de educação, focando na tentativa de encontrar trabalhos que relacionem ambos os temas.

No que diz respeito à primeira, King (1993) utiliza um modelo paramétrico de regressão linear para propor um modelo de projeção de demanda para as principais universidades de Porto Rico. Ainda com foco em modelos predominantemente quantitativos, Mehrez e Mizrahi (2000) utilizam uma modelagem baseada em funções de utilidade com o objetivo de discutir e comprovar o problema de qualidade decorrente do rápido crescimento do ensino superior em Israel, mostrando os conflitos existentes entre os diferentes interesses dos ingressantes, o papel das políticas governamentais diante da demanda social por qualidade educacional, e a divergência de prioridades nos interesses entre instituições de ensino públicas e privadas. Com uma abordagem mais qualitativa e dentro do contexto brasileiro, Braga et al. (2001) confronta os perfis socioeconômicos dos vestibulandos na UFMG com a demanda pelas vagas ofertadas por esta universidade, com o objetivo de discutir e reavaliar os modelos de seleção do ponto de vista da redução das desigualdades sociais. Dias et al. (2006) sugerem que um indicador pertinente para aferir a produtividade do ensino seria a medida da quantidade de alunos por hora de trabalho do professor. Para Dias et al. (2006), pode-se chegar a um valor médio ideal que estabelece a relação de maior produtividade, de forma que as instituições que trabalham próximas a essa média tenham um fator de qualidade a mais.

No entanto, devido à opção pela utilização da técnica de Análise Envoltória de Dados no presente trabalho, foram pesquisadas referências que a utilizam no contexto educacional. Diante disso, foi percebido que existe grande quantidade de trabalhos com estas características focando prioritariamente na análise de eficiência de produtividade de trabalhos científicos, considerando a capacidade de converter recursos da universidade, como professores e dinheiro de financiamentos, em artigos, dissertações e teses, como em Soares de Mello et al. (2006) e Abramo et al. (2008). Entretanto, não foram encontradas referências teóricas com abordagens significativamente próximas da proposição deste artigo, que se propõe a compreender a capacidade de conversão dos investimentos nas universidades (infraestrutura e recursos de ensino e pesquisa) em demanda e reconhecimento da qualidade para os cursos oferecidos, considerando também a capacidade de absorção desta demanda através da oferta de vagas.

Diante da tentativa de encontrar a união de ambas as vertentes citadas, surge o trabalho de Tyagi et al. (2009), que apesar de ainda considerar a produtividade científica de departamentos acadêmicos na modelagem DEA (usando como *inputs* profissionais acadêmicos e não-acadêmicos, e como *outputs* atividades de pesquisa através de publicações), se aproxima da proposta deste artigo quando usa como *input* o custo operacional destes departamentos e como *output* o total de inscritos para os

mesmos (que o artigo ressalta que serve como medida de interesse, reconhecimento e qualidade destes departamentos).

#### 4. Modelagem do Problema

Segundo Barros et al. (2010), a Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma forma matemática de monitoramento de produtividade de unidades de decisão a fim de medir as eficiências de determinados setores ou linhas de produção. As unidades estudadas em DEA recebem o nome de DMUs (Decision Making Units), unidades de tomada de decisão, que quando comparadas entre si geram o conceito de eficiência.

Há dois modelos DEA clássicos: CCR (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978) ou CRS (Constant Returns to Scale) e BCC (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984) ou VRS (Variable Returns to Scale). O primeiro é um modelo em que qualquer mudança nos inputs (insumos) gera mudança proporcional nos outputs (produtos) e vice-versa e este foi o modelo escolhido para o presente estudo.

Nos modelos DEA, cada DMU  $k$ ,  $k = 1, \dots, n$  é uma unidade tomadora de decisão que utiliza  $r$  inputs  $x_{ik}$ ,  $i = 1, \dots, r$ , para produzir  $s$  outputs  $y_{jk}$ ,  $j = 1, \dots, s$ . O modelo CCR apresentado na Equação 1 maximiza o quociente obtido pela combinação dos outputs dividido pela combinação dos inputs, com a restrição de que o quociente para todas as outras DMUs não pode ser maior do que 1. Logo, para uma dada DMU  $o$ ,  $h_o$  é a eficiência;  $x_{io}$  e  $y_{jo}$  são os inputs e outputs e  $v_i$  e  $u_j$  são os pesos dos inputs e outputs a serem calculados pelo modelo.

$$\begin{aligned} \max h_o &= \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}} \\ \text{subject to} \\ \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} &\leq 1, \quad k = 1, \dots, n \\ u_j, v_i &\geq 0 \quad \forall i, j \end{aligned} \quad (1)$$

O modelo apresentado em (1) é um modelo de programação linear fracionária que, após linearização, gera o problema de programação linear (PPL) apresentado em (2).

$$\begin{aligned} \max h_o &= \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} \\ \text{subject to} \\ \sum_{i=1}^r v_i x_{io} &= 1 \\ \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} &\leq 0, \quad k = 1, \dots, n \\ u_j, v_i &\geq 0 \quad \forall i, j \\ \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} &= 1 \\ u_j, v_i &\geq 0 \quad \forall i, j \end{aligned} \quad (2)$$

Ainda de acordo com Barros et al. (2010), em DEA os modelos podem ser orientados a outputs e a inputs. Tais possibilidades devem ser bem estudadas, já que são duas orientações muito diferentes. No estudo em questão o modelo foi orientado a input, com o objetivo de minimizar a matéria-prima, isto é, “produzir” a mesma quantidade com menos insumos. Na orientação a output, a eficiência é buscada através do aumento do outputs, isto é, “produzir” mais com a mesma quantidade de insumos.

Neste estudo, a modelagem por Análise Envoltória de Dados permitirá uma avaliação comparativa dos estados brasileiros no que diz respeito a eficiência de conversão dos recursos alocados pelo governo federal (discriminados na Lei Orçamentária Anual) nas universidades públicas federais de cada estado, em demanda para seus respectivos cursos de graduação (que retrata o nível de interesse pela universidade, refletindo a qualidade percebida pelos candidatos, tanto para a infraestrutura física quanto para recursos humanos e financeiros) e na capacidade de absorção deste candidatos através do números de vagas ofertadas por seus cursos.

Sendo assim, cada DMU será um estado brasileiro em avaliação, e corresponderá ao conjunto de universidades públicas federais do respectivo estado. Por exemplo, a DMU Rio de Janeiro corresponde a união dos dados das seguintes universidades: UFF (Universidade Federal Fluminense), UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), UNIRIO (Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro) e RURAL (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro).

Além disso, a população de cada estado será considerada na avaliação, devido à relação de causalidade existente entre esta variável e o número de inscritos nos vestibulares e de vagas ofertadas nas respectivas universidades. Esta variável está diretamente relacionada com a escala de produção dos estados avaliados.

Seguem abaixo os *inputs* e *outputs* escolhidos para modelagem DEA, cada um com suas respectivas fontes de dados:

#### **INPUTS:**

1. **LOA2009:** Soma dos recursos financeiros alocados pelo governo federal nas universidades públicas federais do respectivo estado (**Fonte:** Lei Orçamentária Anual / 2009 – Vol. V – Detalhamento das Ações – MEC).
2. **POP10:** População do estado avaliado no ano de 2010 (**Fonte:** IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2010. Link: <http://www.ibge.gov.br>)

#### **OUTPUTS:**

1. **INSCRT09:** Número de inscritos para os vestibulares dos cursos de graduação das universidades do estado avaliado (**Fonte:** INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Link: <http://portal.inep.gov.br/indicadores-educacionais>).
2. **INGRESS09:** Número de ingressantes nos cursos de graduação das universidades do estado avaliado (**Fonte:** INEP – Instituto Nacional de

Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Link: <http://portal.inep.gov.br/indicadores-educacionais>)

O período avaliado corresponderá ao ano de 2009, visto que são, neste momento, as informações mais recentes disponibilizadas pelo INEP.

O modelo será orientado a *output*, visto que os estados buscam maximizar o número de inscritos, ou seja, o reconhecimento da qualidade de suas universidades, assim como a capacidade de absorção dos mesmos através das vagas ofertadas (representado pelo número de ingressantes, que são de fato os alunos que frequentarão as universidades).

A escolha do modelo DEA adotado inicialmente foi o BCC (comparando-o ao CCR e destacando a eficiência de escala), visto que não existe proporcionalidade entre inputs e outputs. Por exemplo, aumentando a quantidade de recursos financeiros para as universidades de um estado, dado que o uso do recurso pode ter diferentes destinos (como a contratação de mais professores, construção de laboratórios, compra de equipamentos de pesquisa, manutenção predial, entre outros), não implicam necessariamente em aumento proporcional de vagas ou de demanda.

Além disso, existem grandes diferenças em termos de particularidades de cada estado no que diz respeito ao contexto social e educacional da população, como nível de escolaridade, densidade populacional, número de vagas de graduação disponíveis na esfera federal, distribuição do orçamento dos governos estaduais e das prefeituras, entre outras. Embora estas variáveis quantitativas e qualitativas não tenham entrado como componentes do modelo, as mesmas interferem na situação analisada de forma a alterar a escala de transformação de inputs em outputs. Por exemplo: quantitativamente, estados cujo valor destinado às suas respectivas universidades federais seja acompanhado por investimentos proporcionalmente altos em educação por parte do governo estadual e de suas respectivas prefeituras podem ampliar a escala de conversão de alunos de ensino médio em universitários. Por outro lado, qualitativamente, estados cujo contexto sócio-cultural valorize a formação acadêmica em nível de graduação podem ampliar a escala de captação de universitários em suas respectivas universidades federais, quando comparados a estados em que esse contexto se faça menos presente. Portanto, considerando que essas variáveis que não entraram no modelo sejam capazes de alterar a escala de captação de alunos de graduação para cada um dos estados, optou-se pela utilização do modelo BCC.

Sendo assim, para que os efeitos de escala não gerem distorções na avaliação da eficiência entre os estados, além do modelo BCC serão avaliados modelos híbridos, que são detalhados em Seiford e Zhu (1999).

Conforme descrito em Macedo et al. (2010), estes modelos possuem duas regiões de operação:

1. **IRS (Increasing returns of scale) ou NDRS (Non-Decreasing returns of scale):** Retornos crescentes – retornos constantes, desejando-se dar ganhos crescentes de escala a pequenos valores de entrada e ganhos proporcionais a grandes valores.
2. **DRS (Decreasing returns of scale) ou NIRS (Non-Increasing returns of scale):** Retornos constantes – retornos decrescentes, desejando-se dar

ganhos proporcionais de escala a pequenos valores de entrada e ganhos decrescentes a grandes valores.

Para comparação com o modelo convencional BCC, será utilizado o modelo híbrido DRS (ou NIRS), visto que menores estados tem mais facilidade em conversão dos recursos financeiros em inscritos e ingressantes, dado que existem, em geral, menos opções de universidades públicas federais para sua população, assim como menor número de vagas ofertadas, enquanto que em estados maiores, apesar de mais recursos disponibilizados, existe uma gama maior de opções de universidades, tornando mais complexo o planejamento do uso destes recursos, assim como os modelos de preferência dos candidatos. Sendo assim, é justificada a avaliação da hipótese de ganhos proporcionais de escala para estados menores (pequenos valores de entrada), e ganhos decrescentes de escala para estados maiores (grandes valores de entrada).

## 5. Resultados

O software EMS (Efficiency Measurement System) versão 1.3 foi utilizado para geração dos resultados relativos à modelagem DEA no presente trabalho.

Os resultados gerados com o modelo BCC mostraram-se mais adequados para o propósito deste trabalho em comparação com os resultados que seriam gerados pelo modelo CCR, visto que há diferenças na escala de operação entre os estados que passam a ser captadas pelo modelo, conforme pode ser visto na Tabela 1.

Na Tabela 1 são apresentadas as eficiências padrão nos modelos CCR e BCC no intuito de verificar o efeito causado pela eficiência de escala no modelo. Para isso foi calculada a diferença entre as eficiências obtidas por cada estado nos dois modelos para que seja observado quais estados ganham eficiência ao considerar suas características de escala.

Outro indicador de efeito de escala calculado foi a Eficiência de Escala (CCR/BCC), que mede a proximidade da fronteira CCR a fronteira BCC, ou seja, mede o efeito da escala no modelo. Quanto menor a Eficiência de Escala, maior o efeito da escala na eficiência da DMU. O indicador CCR/BCC baixo para grande número de DMUs confirma a necessidade de se utilizar o modelo BCC na modelagem, já que muitos Estados estariam sendo prejudicados no modelo CCR por não considerar as dificuldades de operação em escala.

Tabela 1 – Resultados BCC contra CCR

<b>DMU</b>	<b>CCR Eff Padrão</b>	<b>BCC Eff Padrão</b>	<b>BCC-CCR Delta</b>	<b>CCR/BCC Eff de Escala</b>
<b>Amapá</b>	100%	100%	0%	100%
<b>Sergipe</b>	100%	100%	0%	100%
<b>Tocantins</b>	100%	100%	0%	100%
<b>Roraima</b>	100%	100%	0%	100%
<b>DistritoFederal</b>	100%	100%	0%	100%
<b>Paraíba</b>	98%	100%	2%	98%
<b>Rondônia</b>	96%	100%	4%	96%
<b>Acre</b>	93%	94%	1%	99%
<b>RioGrandedoNorte</b>	85%	89%	4%	95%
<b>Piauí</b>	80%	97%	16%	83%
<b>MatoGrossodoSul</b>	76%	81%	5%	94%
<b>Amazonas</b>	67%	83%	17%	80%
<b>MatoGrosso</b>	66%	82%	16%	80%
<b>MinasGerais</b>	64%	100%	36%	64%
<b>EspíritoSanto</b>	62%	79%	17%	78%
<b>RioGrandedoSul</b>	58%	100%	42%	58%
<b>Paraná</b>	57%	100%	43%	57%
<b>Alagoas</b>	57%	69%	12%	82%
<b>Goiás</b>	51%	90%	39%	57%
<b>Pernambuco</b>	51%	87%	36%	58%
<b>RiodeJaneiro</b>	50%	86%	36%	58%
<b>Pará</b>	50%	98%	48%	51%
<b>Maranhão</b>	50%	73%	23%	68%
<b>Bahia</b>	44%	84%	40%	52%
<b>SantaCatarina</b>	40%	61%	21%	65%
<b>Ceará</b>	30%	52%	23%	57%
<b>SãoPaulo</b>	24%	51%	26%	48%
<b>MÉDIA:</b>	<b>68%</b>	<b>87%</b>	<b>19%</b>	<b>77%</b>

Uma vez confirmada a necessidade de utilização do modelo BCC, fez-se necessário compará-lo com o modelo híbrido DRS. Esta comparação permitiria benevolência com grandes Estados que teriam dificuldade em gerir seus Outputs para uma operação eficiente, já que o modelo trabalha com ganhos decrescentes para grandes valores de Inputs.

A Tabela 2 apresenta a comparação das eficiências obtidas no modelo BCC e no modelo DRS com ganhos decrescentes de escala. Esta comparação permite que seja verificada a hipótese da dificuldade de grandes estados em converter seus altos investimentos e população em inscritos e ingressantes na universidade.

A Tabela 3 contém os benchmarks obtidos através do software EMS no modelo DRS, que conceitualmente é o modelo adotado como principal referência para avaliação de eficiência no presente trabalho. As DMUs que obtiveram 100% de eficiência possuem na coluna “Benchmarks” o total de DMUs ineficientes que a utilizaram como benchmark, e as DMUs ineficientes possuem nesta mesma coluna o número correspondente das DMUs eficientes que foram utilizadas como benchmark, destacando respectivamente entre parêntesis o relativo grau de significância dentre as DMUs atribuídas como benchmarks para a DMU ineficiente.

Tabela 2 – DRS: ganhos decrescentes de escala

<b>DMU</b>	<b>DRS - nCresc</b>	<b>BCC</b>	<b>Delta</b>
Amapá	100,00%	100,00%	0,00%
DistritoFederal	100,00%	100,00%	0,00%
MinasGerais	100,00%	100,00%	0,00%
Paraíba	100,00%	100,00%	0,00%
Paraná	100,00%	100,00%	0,00%
Rondônia	100,00%	100,00%	0,00%
Roraima	100,00%	100,00%	0,00%
Sergipe	100,00%	100,00%	0,00%
Tocantins	100,00%	100,00%	0,00%
Pará	97,97%	97,97%	0,00%
RioGrandedoSul	97,52%	100,00%	-2,48%
Piauí	96,51%	96,51%	0,00%
Acre	93,76%	93,77%	-0,02%
Goiás	89,75%	89,75%	0,00%
RioGrandedoNorte	89,11%	89,11%	0,00%
Pernambuco	86,98%	86,98%	0,00%
RiodeJaneiro	85,73%	86,39%	-0,65%
Bahia	84,17%	84,17%	0,00%
Amazonas	83,08%	83,09%	0,00%
MatoGrosso	82,48%	82,48%	0,00%
MatoGrossodoSul	80,57%	80,57%	0,00%
EspíritoSanto	79,37%	79,37%	0,00%
Maranhão	73,00%	73,00%	0,00%
Alagoas	68,89%	68,89%	0,00%
SantaCatarina	61,05%	61,05%	0,00%
Ceará	52,37%	52,37%	0,00%
SãoPaulo	50,62%	50,62%	0,00%
<b>MÉDIA:</b>	<b>87,15%</b>	<b>87,26%</b>	<b>-0,12%</b>

Tabela 3 – Benchmarks modelo DRS

<b>Nº DMU</b>	<b>Estado</b>	<b>DRS não-crescente</b>	<b>Benchmarks</b>
3	Amapá	100,00%	
7	DistritoFederal	100,00%	
13	MinasGerais	100,00%	
15	Paraíba	100,00%	
16	Paraná	100,00%	
22	Rondônia	100,00%	
23	Roraima	100,00%	
26	Sergipe	100,00%	
27	Tocantins	100,00%	
14	Pará	97,97%	13 (0.16) 16 (0.00) 27 (0.84)
21	RioGrandedoSul	97,52%	13 (0.44) 15 (0.56)
18	Piauí	96,51%	15 (0.01) 16 (0.12) 26 (0.87)
1	Acre	93,76%	15 (0.09) 23 (0.91)
9	Goiás	89,75%	13 (0.10) 16 (0.11) 27 (0.79)
20	RioGrandedoNorte	89,11%	15 (0.71) 23 (0.06) 26 (0.23)
17	Pernambuco	86,98%	15 (0.24) 16 (0.75) 26 (0.00)
19	RiodeJaneiro	85,73%	13 (0.77) 15 (0.23)
5	Bahia	84,17%	16 (0.86) 26 (0.14)
4	Amazonas	83,08%	15 (0.00) 16 (0.17) 26 (0.83)
11	MatoGrosso	82,48%	13 (0.04) 16 (0.06) 26 (0.56) 27 (0.34)
12	MatoGrossodoSul	80,57%	15 (0.20) 16 (0.00) 26 (0.79)
8	EspíritoSanto	79,37%	13 (0.07) 16 (0.05) 26 (0.69) 27 (0.19)
10	Maranhão	73,00%	16 (0.13) 26 (0.66) 27 (0.21)
2	Alagoas	68,89%	13 (0.07) 15 (0.04) 26 (0.62) 27 (0.28)
24	SantaCatarina	61,05%	13 (0.05) 15 (0.00) 16 (0.39) 26 (0.55)
6	Ceará	52,37%	13 (0.06) 16 (0.56) 27 (0.38)
25	SãoPaulo	50,62%	13 (0.04) 16 (0.96)

## 6. Análise dos Resultados

Através da Tabela 3, podemos perceber que os estados que possuem maior atratividade na captação de alunos de ensino superior para suas respectivas universidades federais são os estados do Amapá, Distrito Federal, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Rondônia, Roraima, Sergipe e Tocantins. Estes estados são, portanto, aqueles que apresentam a máxima eficiência na conversão de seus insumos em demanda para as suas universidades.

Em outras palavras, pode ser dito que aqueles estados que possuem maior eficiência de acordo com o modelo são aqueles capazes de maximizar a quantidade de ingressantes e a quantidade de inscritos nos vestibulares para suas respectivas universidades federais (outputs), considerando os seus quantitativos populacionais e as dotações orçamentárias feita pela União para as universidades federais existentes nesses estados (inputs).

Estados ineficientes, portanto, seriam aqueles que apesar dos altos contingentes populacionais e dos recursos aportados pela União, não estão sendo capazes de converter este capital humano e financeiro em demanda pelos seus cursos de graduação em universidades federais, entendendo-se demanda tanto como quantidade de alunos inscritos nos vestibulares quanto na quantidade de alunos que efetivamente ingressam na graduação.

Feitas as considerações necessárias para que não fossem prejudicados os grandes estados, temos como resultado dos grandes estados brasileiros apenas Minas Gerais é eficiente na atração e no efetivo ingresso de estudantes com os recursos e população que lhe estão disponíveis. Esta eficiência pode ser associada a grande quantidade IES existentes no estado e sua posição centralizada no Brasil, que podem assim com sua reconhecida qualidade atrair estudantes de outros estados vizinhos.

Amapá, Distrito Federal, Paraíba, Paraná, Rondônia, Roraima, Sergipe e Tocantins são os estados que apenas de receberem menor volume de investimentos são eficientes em convertê-los na atração de estudantes e no efetivo ingresso.

Na Tabela 1 comparativa do modelo CCR com o BCC, podem ser destacados os Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná que estavam sendo punidos no modelo CCR por não serem considerados os efeitos de escala. A eficiência de escala (CCR/BCC) média destes 3 estados é 60%, o que mostra que o efeito da escala para estes estados é fundamental para sua eficiência.

Pôde ser observado entre os quatro estados mais populosos do Brasil (São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Bahia), apenas São Paulo não obteve grandes ganhos pela consideração dos efeitos de escala no modelo. Podemos concluir então que, na comparação com o CCR, a utilização do modelo BCC é mais adequada, e São Paulo é de fato ineficiente em seu processo produtivo, pois não consegue converter seus recursos e população em um interesse e ingresso esperado de alunos.

O efeito da operação em escala decrescente foi mínimo, já que a fronteira DRS é igual em na maioria de sua extensão a fronteira BCC. Pela análise da Tabela 2, podemos então verificar e validar que a utilização do modelo BCC é uma ótima aproximação da modelagem conceitual ideal, que é a DRS, devido à capacidade de caracterizar na modelagem matemática o efeito que acontece na prática de maior dificuldade de conversão de inputs em outputs pelos estados maiores.

Voltando à análise da Tabela 3, nossa principal tabela de análise, temos que, no que diz respeito aos benchmarks, Amapá, Distrito Federal e Rondônia, apesar de serem eficientes, não foram utilizadas como benchmark por nenhuma das DMUs ineficientes, o que retrata um padrão particular ou diferenciado de produção de outputs a partir dos inputs. Já Minas Gerais, Paraná, Paraíba e Sergipe foram amplamente utilizados como referência em suas práticas, tendo todos mais que 10 citações dentre as DMUs ineficientes.

Pode-se utilizar como exemplo prático, do ponto de vista de desenvolvimento de melhorias com DEA, o caso de Minas Gerais, que aparece com alta significância em relação ao Rio de Janeiro como benchmark, onde percebe-se que é indicado que o Rio de Janeiro busque estudar e analisar as práticas educacionais utilizadas por Minas Gerais para elaboração de melhorias em suas políticas públicas associadas ao ensino superior nas universidades federais. Outro exemplo claro é a relação entre São Paulo e Paraná, onde o Paraná é o benchmark com 96% da significância.

## 7. Conclusão

Foi possível avaliar a eficiência dos estados com base em variáveis semelhantes, mesmo que estes operem em características regionais diferentes. Para realizar uma modelagem que considerasse essas diferenças, foi utilizado o modelo BCC com retornos não-crescentes de escala.

Chegamos ao resultado final de que os estados que possuem maior atratividade na captação de alunos de ensino superior para suas respectivas universidades federais são os estados do Amapá, Distrito Federal, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Rondônia, Roraima, Sergipe e Tocantins. Estes estados são, portanto, aqueles que apresentam a máxima eficiência na conversão de seus insumos em demanda para as suas universidades.

A modelagem BCC quando comparada com a CCR mostrou que alguns estados operavam em escala ótima e seriam punidos se os efeitos de escala não fossem considerados. Para buscar avaliar justamente estados com grande investimento e população, seria adequada a utilização do modelo híbrido não crescente de escala, já que estes estados teriam maior dificuldade em converter o grande volume de investimento e população em atração e entrantes nas universidades. Esta abordagem se mostrou correta, mas agregou pouco em relação aos resultados já obtidos pelo BCC.

Mesmo com as devidas considerações na modelagem para não desfavorecer estados de grande investimento, estados pequenos se destacaram na eficiência em converter o pouco volume de investimentos em uma boa atração de estudantes. Este resultado poderia ser explicado pela falta de opção dos estudantes em algum estado ao invés de significar qualidade no ensino.

Apenas Minas Gerais foi eficiente entre os grandes estados, o que poderia ser explicado pela sua posição centralizada no País e pela grande quantidade de IES de alta qualidade que o estado possui, o que pode atrair estudantes de outros estados.

A expectativa é a de que este trabalho possa servir como insumo à elaboração de políticas públicas para o ensino superior no país, à medida que aponta quais estados são benchmarks para outros. De posse destes dados, por exemplo, a União poderia tentar melhorar a atratividade das universidades federais baianas, tendo como referência o estado do Paraná, que é seu principal benchmark de acordo com o modelo.

Em outras palavras, a ideia é que este trabalho faça com que a União tenha uma clara percepção de quais estados são eficientes na atratividade de alunos para suas respectivas universidades federais, para que os mesmos possam servir de modelo aos estados que não são eficientes. Utilizando-se o exemplo anteriormente citado, pode-se questionar: quais políticas públicas são adotadas pelo Paraná que fazem com que sua capacidade de atração de alunos seja eficiente? E quais dessas políticas públicas, com suas respectivas adaptações, poderiam ser utilizadas pelo estado da Bahia para que esse estado seja tão eficiente quanto aquele ao atrair estudantes para seus cursos de graduação nas universidades federais localizadas em seu território?

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se a definição e detalhamento de metas para cada uma das unidades federativas percebidas como ineficientes, com base na eficiência de cada um desses estados, para que os mesmos se aproximem da eficiência geral do sistema. Além disso, poderiam ser incluídas na modelagem DEA variáveis que traduzissem a qualidade do ensino e dos estudantes, que não foi considerada no presente trabalho.

## 8. Referências

Abramo, G.; Ciriaco, A.; Pugini, F. (2008) **The measurement of Italian universities' research productivity by a non parametric-bibliometric methodology.** *Scientometrics*, 76 (2), 225-244.

Barros, T. D.; Ramos, T. G.; Soares De Mello, J. C. C. B.; Angulo-Meza, L. (2010) **Avaliação dos atrasos em transporte aéreo com um modelo DEA**. Produção, 20 (4), 601-611.

Banker, R.D.; Charnes, A.; Cooper, W.W. (1984) **Some models for estimating technical scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis**. Management Science, 30 (9), 1078-1092.

Braga, M.M.; Peixoto, M.; Bogutchi, T. (2001) **Tendências da demanda pelo ensino superior: Estudo de caso da UFMG**. Cadernos de Pesquisa, 113, 129-152.

Dias, C. L.; Horiguela, M. L. M.; Marchelli, P. S. (2006) **Políticas para a avaliação da qualidade do Ensino Superior no Brasil: um balanço crítico**. Educação e Pesquisa, 32 (3), 435-464.

Dias Sobrinho, J. (2010) **Avaliação e transformações da educação superior brasileira (1995-2009): do provão ao Sinaes**. Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas), 15 (1).

Felix, G. T. (2008) **Reconfiguração dos modelos de universidade pelos formatos de avaliação: efeitos no Brasil e Portugal**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Fonseca, D. G. F. (2007) **Implicações do exame nacional de desempenho dos estudantes (ENADE) nos processos avaliativos internos do curso de educação física do IPA**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre.

Galleguillos, T. G. B.; Catani, A. M. (2011) **Avaliação da educação superior no Brasil e a expansão da educação superior em enfermagem**. Educação e Pesquisa, 37 (4), 843-860.

INEP (2011) **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br> Acesso em: 05/12/2011.

King, J. (1993) **The Demand for Higher Education in Puerto Rico**. Economics of Education Review, 12 (3), 257-265.

Macedo, M. A.; Soares De Mello, J. C. C. B.; Gomes, E. G. (2010) **Modelo para redistribuição de cotas de emissão de gases do efeito estufa baseado em medidas de eficiência técnica**. Gestão & Produção, 17 (3), 513-524.

Mehrez, A.; Mizrahi, S. (2000) **Quality requirements in rapidly growing higher education systems: the Israeli example**. Higher Education Policy, 13, 157-171.

Polidori, M. M. (2009) **Políticas de avaliação da educação superior brasileira: Provão, SINAES, IDD, CPC, IGC e... outros índices**. Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior, 14 (2).

Real, G. C. M. (2009) **Avaliação e qualidade no ensino superior: os impactos do período 1995-2002**. Educação e Pesquisa, 35 (3), 573-584.

Rodrigues, V. A.; Peixoto, M. C. L. (2009) **Desvendando a caixa preta do Enade: considerações sobre o processo de avaliação**. Trabalho & Educação, 18 (2).

Rothen, J. C.; Nasciutti, F. (2008) **A educação superior em prova: o perfil da educação superior apresentado pelos resultados do ENADE 2005 e 2006**. In: 31ª Reunião da ANPED, GT-11, Caxambu, Disponível em: [http://www.anped.org.br/reunioes/31ra/trabalhos\\_gt.htm](http://www.anped.org.br/reunioes/31ra/trabalhos_gt.htm) Acesso em 13/06/2012.

Seiford, L. M.; Zhu, J. (1999) **An investigation of returns to scale in data envelopment analysis**. Omega, 27, 1-11.

Soares De Mello, J. C. C. B.; Gomes, E. G.; Angulo-Meza, L., Soares De Mello, M. H. C.; Soares De Mello, A. J. R. (2006) **Engineering Post-Graduate Programmes: A Quality and Productivity Analysis**. Studies in Educational Evaluation, 32, 136-152.

Tyagi, P.; Yadav, S. P.; Singh, S. P. (2009) **Relative performance of academic departments using DEA with sensitive analysis**. Evaluation and Program Planning, 32, 168-177.

Verhine, R. E.; Dantas, L. M. V. (2005) **Avaliação da Educação Superior no Brasil: do Provão ao ENADE**. Documento Preparado para o Banco Mundial. ISP/UFBA.