

Instituições Federais de Ensino Superior: Modelos de Financiamento e o Incentivo à Eficiência*

Luís Otávio Façanha**

Alexandre Marinho***

Sumário: 1. Introdução; 2. Considerações metodológicas e motivações; 3. Aplicação de análise de envoltória de dados ao modelo de Andifes; 4. Explorando a fronteira eficiente: sugestões para um modelo reformado; 5. Considerações finais.

Palavras-chave: universidades; avaliação; eficiência relativa; contratos de incentivo.

Códigos JEL: C67, D61, I22 e L14.

Este artigo analisa o atual modelo alocativo utilizado pelo Ministério da Educação e do Desporto (MEC) para a distribuição de recursos públicos entre as instituições federais de ensino superior (Ifes). A análise é realizada com instrumentos da metodologia não-paramétrica de geração de fronteiras eficientes denominada análise de envoltória de dados (*data envelopment analysis*, DEA), em combinação com recomendações extraídas da *teoria dos contratos e da teoria dos incentivos*. Os primeiros resultados obtidos recomendam o reexame do modelo de alocação vigente e a implementação de mecanismos mais consistentes com objetivos de avaliação permanente e de incentivo à gestão eficiente de recursos.

This paper evaluates the resource allocation model that the Brazilian Ministry of Education utilizes as a management tool for federal Brazilian universities. The paper makes use of the nonparametric efficiency method of data envelopment analysis (DEA), as well as takes advantage of the theory of incentives and contracts. The preliminary results recommend the reexamination of the prevalent model and the implementation of mechanisms and contracts more consistent with the objectives of continuing evaluation and incentives to better resource management.

1. Introdução

As políticas governamentais brasileiras para o sistema de ensino superior e pesquisa sempre conferiram destaque a atividades e mecanismos de avaliação,

* Artigo recebido em jan. 1998 e aprovado em mar. 1999.

** Professor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – IE/UFRJ, sub-reitor de Patrimônio e Finanças da UFRJ, no período de julho de 1994 a julho de 1998. E-mail: otaviofacanha@openlink.com.br.

*** Técnico de Planejamento e Pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea. E-mail: amarinho@ipea.gov.br.

compromisso que se revela no permanente aprimoramento desse indispensável eixo de consolidação institucional. Com isso, beneficiam-se as unidades integrantes daquele sistema, que passam a dispor de regras e de balizamentos mais previsíveis para o gerenciamento de suas atividades, assim como a sociedade, que encontra no sistema as indispensáveis orientações para aplicações de recursos e, em contrapartida, indicadores confiáveis de eficácia e impacto social das políticas adotadas.

O objetivo deste artigo foi inspirado por essas positivas orientações com a efetividade, eficiência e eficácia do sistema de ensino superior. Mais especificamente, pretende-se discutir e oferecer análise preliminar – quanto à consistência, alcance, e compatibilidades com objetivos de incentivo – do modelo de alocação de recursos que é conjuntamente administrado pelo Ministério da Educação e do Desporto – MEC – e pela Associação Nacional de Dirigentes de Instituições Federais de Ensino Superior – Andifes (Andifes, 1994). Trata-se de regras de alocação de recursos que, em princípio, ordenam apenas dispêndios de manutenção e de outros custeios e capital (OCC) mas cujo significado, do ponto de vista dos autores deste artigo, transcende o impacto direto do modelo na definição dos orçamentos individuais das instituições federais de ensino superior (Ifes).

Estabelecida esta referência, a seção 2 explicitará orientações metodológicas e a técnica – denominada de análise de envoltória de dados (*data envelopment analysis* – DEA) – que estarão sendo utilizadas para fins de releitura e análise do modelo Andifes. Em todo o texto, as regras propostas pela Andifes e acatadas pelo MEC serão obedecidas, mas é interesse dos autores mostrar que a DEA oferece sólidos testes de consistência para os indicadores utilizados pelas regras e para as regras de alocação, ao mesmo tempo que oferece possibilidades para o aprimoramento das mesmas. Com esse espírito, algumas considerações e motivações extraídas das teorias dos contratos serão também apresentadas na seção 2 para representar as regras de alocação em vigor e *contratos de gestão* alternativos.

A seção 3 descreve a base de dados que será utilizada e apresenta os resultados da primeira leitura do modelo e da aplicação da DEA. Espera-se que o fato de o estudo aqui apresentado ser de natureza *cross-section* – os dados disponíveis se referem a apenas um ano, 1994 (até então o único com dados confiáveis) de observações – não desmotive o leitor para avaliar os resultados e a técnica utilizada do ponto de vista de sua utilidade para fins

acompanhamento. Mesmo porque, conforme poderá observar o leitor, algumas das características reveladas no modelo são de natureza tão inesperada em um mecanismo de distribuição de verbas públicas que, salta aos olhos, algo pode ser feito imediatamente.

A seção 4 apresenta considerações adicionais sobre a compatibilidade do modelo com objetivos de incentivo, qualidade que se atribui a contratos eficientes, orçamentos e mecanismos de avaliação, e propõe a construção de modelo reformado.

Na seção 5 o leitor encontrará um resumo dos comentários e sugestões apresentados ao longo do texto. No anexo, o leitor terá a oportunidade de conhecer os trechos mais substantivos do modelo Andifes, comentados pelos autores deste artigo.

2. Considerações Metodológicas e Motivações

A determinação do orçamento global e individual para manutenção e investimentos das Ifes se faz através de processo que comporta três fases distintas. Na primeira fase, o MEC estabelece “teto” global de recursos para o conjunto das Ifes. Na segunda fase, o orçamento global é distribuído segundo as regras estabelecidas pelo modelo Andifes, definindo-se, assim, os orçamentos individuais. Na terceira fase, os orçamentos individuais são informados às Ifes, que procedem à alocação dos recursos por elemento de despesa, devolvendo-os então ao MEC para consolidação da proposta orçamentária relativa ao exercício seguinte. O leitor interessado em questões mais conceituais ligadas aos orçamentos de universidades públicas poderá recorrer a Façanha et alii (1996).

Nesta seção, se recorrerá à versão mais sintética das regras de alocação de recursos.

2.1 O contrato de gestão enunciado pelo modelo Andifes

Resumidamente, o modelo Andifes propõe a cada ano, e a cada uma das Ifes, um *contrato de gestão* que pode ser assim descrito:

$$w = \alpha H + \beta I + \gamma O \quad (1)$$

em que w é a participação individual no total de recursos destinados às Ifes e/ou seu orçamento, I é indicador de necessidades de insumos, e O é indicador da produção individual. O componente “histórico” H tem o objetivo

explícito de conferir “estabilização” temporária aos orçamentos e participações individuais, posto que a proposta inicial do modelo prevê seu desaparecimento gradual. Ademais, o componente histórico H , além de subsistir, chegou a alcançar o peso significativo de 0,90, anunciando que as participações históricas e “elementos de barganha” que a proposta original tanto repudiava estariam destinados à eternização.

Como será esclarecido em 2.3, uma das preocupações deste artigo é a de, mais elementarmente, examinar a consistência dos indicadores de necessidades de insumos I e de produção O , tal como estes vêm sendo estimados pelos proponentes do modelo. No entanto, para motivar desdobramentos do exame das regras de alocação, convém contrapor àquele contrato a expressão, talvez mais simples, que se apresenta a seguir:

$$w = c + \gamma(y) \quad (2)$$

Contratos de incentivos eficientes, que beneficiam mutuamente contratantes e contratados, podem ser oferecidos por contratantes a contratados na forma expressa pela equação (2). Trata-se, no caso, de óbvia e drástica simplificação de contratos “reais”, que se justifica, entre outras razões, por permitir ressaltar complexidades de mecanismos contratuais que merecem atenção mais cuidadosa, e, naturalmente, por sua *similaridade com o contrato proposto pelo modelo Andifes*. De fato, a expressão (2) contém um elemento “fixo” c , de custo, que se supõe observável e/ou dado (tal como no modelo Andifes), ao qual o contrato adiciona uma percentagem γ da produção y . Assim, o contrato, pode-se supor, repõe custos observados e premia o contratado de acordo com γ e com a produção y . Para avaliação do alcance, importância prática e limitações da forma contratual linear, ver, por exemplo, Newhouse (1996) e Laffont & Tirole (1993:6), que, em particular, denominam os contratos da forma proposta de *contratos de incentivos*, chamando a atenção para o predomínio dos mesmos em situações reais.

Há, entretanto, dificuldades críticas para se atribuir valores justos e eficientes a γ . Pouco adianta, por exemplo, atribuir valores elevados a γ quando y não pode ser acuradamente medido e avaliado e/ou quando o contratado não detém controle sobre parte significativa da produção e de seu desempenho, que estarão sendo medidos por y . A despeito disso, diz a boa prática do estabelecimento de mecanismos contratuais que, para tornar o pagamento do contratado sensível ao desempenho, é eficiente medir o desempenho de forma

muito cuidadosa. Milgrom & Roberts (1992, cap. 7) denominam esta proposta de “princípio da intensidade do monitoramento” (*monitoring intensity principle*) e alertam, de imediato, que não há circularidade envolvida na escolha de γ e de investimentos em boas medidas de desempenho. Essas atividades seriam “complementares”, no sentido de que a escolha do incentivo tornaria o aprimoramento da medida de produção mais desejável e eficiente. Por sua vez, investimentos em boas medidas de desempenho confeririam maior eficiência aos incentivos e aos mecanismos contratuais que a ambas prestigiam.

O peso γ costuma ser denominado “intensidade do incentivo”. No modelo Andifes, γ tem participação limitada em apenas 1% dos orçamentos individuais. O modelo descarta o compromisso com o incentivo, concentrando-se nas necessidades de insumos (indicador I) e no componente histórico H . Em situações mais hipotéticas, poder-se-ia supor que a ênfase do contrato nas necessidades de insumos induziria o contratado a superestimar seus custos, “incentivo” que estaria sendo reforçado caso o contrato estabelecesse reposição automática dos custos correspondentes. Tal hipótese recomenda, como já se assinalou, a investigação mais elementar e básica de níveis de *eficiência* alcançados por contratados, o que se estará fazendo, para o caso das Ifes, através de exame mais cuidadoso dos indicadores estimados para as necessidades de insumos e para a produção. Esse exercício inicial, que se apresentará em 2.3 e na seção seguinte do texto, será, entretanto, complementado por tentativa – obrigatória, no entender dos autores – de se alcançar um *modelo reformado*, cujos principais ingredientes serão sugeridos logo a seguir.

2.2 Sugestões para um modelo reformado

Para formular esta proposta, convém abandonar a hipótese levantada anteriormente, de que o custo dos insumos seria automaticamente coberto pelo contrato de gestão, por se revelar *a priori* dado, verdadeiro e/ou eficiente. Em vez dessa hipótese, se recorrerá a situações mais freqüentes, talvez, nas quais o contratante desconhece características do contratado, e a uma das formas específicas que a equação (2) pode assumir em casos concretos, como a que se explicita a seguir:

$$w = x + \gamma(x - x^*) \quad (3)$$

Esta especificação diz que o contratado estará recebendo o pagamento w , composto do custo de produção x , mais uma fração γ , da diferença entre um

custo de produção “razoável” x^* e seu custo efetivo de produção x . O contrato estabelece, assim, que qualquer redução no custo efetivo x em relação à meta, ou *target* x^* , será apropriada pelo contratado, após sua multiplicação pelo valor negociado e estabelecido de γ . Como já salientado, há dificuldades críticas envolvendo o processo de negociação que determinará o valor específico de γ . Tantas quantas existem para, no caso de universidades e de Ifes, determinar os valores de x e de x^* , como se pretende mostrar a seguir, o que obriga a logo buscar uma solução genérica para o problema e a reenfatizar a importância de se realizarem novas rodadas do exercício que se está propondo.

A solução genérica para o problema da determinação do valor de γ costuma ser proposta sob a inspiração do “princípio da revelação” – *revelation principle* (Tirole, 1990, cap. 3; McMillan, 1992, parte III; Binmore, 1994, cap. 11; Laffont & Tirole, 1993). No caso, supõe-se que o contratante sabe que existe uma tipologia – configurada a partir de valores possíveis de x – de agentes a que pretende contratar, uns mais vocacionados a operar com custos mais baixos e outros mais vocacionados a operar com custos mais elevados. O contratante não conhece, entretanto, o tipo (e o valor de x) do agente com o qual negocia em determinado momento. Se soubesse, o valor de γ a ser proposto ao agente poderia ser mais facilmente definido. Como desconhece *a priori* as características e o tipo do agente, o contratante pode oferecer ao candidato ao contrato um “menu de contratos”, os quais se diferenciarão pelos valores específicos de x , que o agente revelará, e de γ , que o agente selecionará ao optar por um contrato específico. De fato, dentro de determinadas condições (que a literatura tecnicamente denomina de condições de exequibilidade e de incentivo), ao fazer a escolha do contrato, o agente estará revelando suas características e tipo verdadeiros, antes desconhecidos pelo contratante.

Na seção 4 deste artigo, o exercício tratará a variável x da equação (3) como sendo os percentuais individuais do orçamento global das Ifes, determinado pelas regras em vigor. A variável x^* terá seus valores determinados através de valores ajustados para a *fronteira de eficiência*, tal como será definida na subseção seguinte e estimada na seção 3. Procedimento semelhante foi utilizado por Bowlin, Wallace e Murphy (1989), que apresentam uma solução combinada de DEA com modelos de regressão de uma variável dependente representativa dos *shares* orçamentários (os *inputs*) de bases militares (as *decision making units* – DMUs) contra variáveis representativas dos

diversos *outputs* das mesmas, para determinação dos valores de γ (contrapartida dos parâmetros da regressão) e de x^* (contrapartida dos valores de *inputs* e *outputs* “ajustados” para a fronteira). Na seção 4, pretende-se, também, oferecer ao leitor algumas interpretações menos obscuras para o significado (talvez mais verdadeiro) do componente de “estabilização” e histórico H , do modelo Andifes.

2.3 Mensuração de eficiência e a análise de envoltória de dados (DEA)

Naturalmente, universidades e organizações profissionais talvez levem ao extremo as dificuldades metodológicas e práticas associadas à caracterização precisa de suas “funções de transformação”. No caso, a tecnologia envolve insumos e produtos múltiplos, e a “maximização de lucros” não é o princípio fundamental de conduta. Em vez disso, as inúmeras tarefas de transformação de recursos – aí incluídas capacitações acumuladas ao longo do tempo – em resultados são guiadas por missões e objetivos de efetividade, eficiência e eficácia. Em particular, dificuldades decorrentes da indisponibilidade de preços de mercado para os insumos, e para os produtos gerados transformam em problema, no mínimo, complexo o gerenciamento eficiente de suas “funções de transformação” e dos inúmeros processos decisórios e atores que as conduzem. Mais elementarmente, a eficiência, no caso, desafia definições triviais ou de conveniência imediata. Justifica-se, portanto, o crescente interesse da literatura especializada pela avaliação dessas entidades e por abordagens flexíveis, que não descartam o rigor de análise e o acolhimento de suas peculiaridades.

Uma das mais consagradas e populares abordagens é a análise de envoltória de dados (*data envelopment analysis* – DEA), cuja referência inicial é Charnes, Cooper & Rhodes (1978), conhecida como modelo CCR. Trata-se de método não-paramétrico para a obtenção de medidas comparativas de eficiência, na qual o padrão de eficiência não é um conceito teórico ou ideal, mas o desempenho revelado por outras unidades tomadoras de decisão (DMUs) que podem ser, inclusive, instâncias organizacionais específicas ou *organizações comparáveis* em toda a sua inteireza. A propósito, “*The yardstick for efficiency is not a theoretical concept or an ideal but rather the achievement of other (comparable) organizations or decision making units (DMUs)*” (Felder, 1995). Estas constatações descomprometem a DEA com avaliações estáticas e definitivas.

O modelo CCR considera o seguinte problema de programação linear fracionária (problema 1 – o modelo CCR fracionário):

$$\max_{u, \nu} h_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} / \sum_{i=1}^m \nu_i x_{ik} \quad (4)$$

sujeito a:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^m \nu_i x_{ij} \leq 1 \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, k, \dots, n \quad (5)$$

$$u_r > 0 \text{ para } r = 1, \dots, s \quad \nu_i > 0 \text{ para } i = 1, \dots, m \quad (6)$$

O problema I é resolvido para cada DMU tomada como referência, de modo que existam n problemas de programação linear a serem solucionados. A solução deve gerar preços-sombra (os multiplicadores u_s e ν_s) ótimos para os *inputs* e *outputs*, considerando-se as restrições de que nenhuma DMU pode estar além da fronteira (restrição 2) e de que os multiplicadores sejam positivos (restrição 3). O problema 1 é complexo, mas foi demonstrado (Charnes & Cooper, 1962) que ele pode ser transformado em um problema equivalente de programação linear (problema 2 – o modelo CCR linear):

$$\max_{u, \nu} w_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (7)$$

sujeito a:

$$-\sum_{i=1}^m \nu_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq 0 \quad \text{para } j = 1, \dots, n \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^m \nu_i x_{ik} = 1 \quad (9)$$

$$u_r > 0 \text{ para } r = 1, \dots, s \quad \nu_i > 0 \text{ para } i = 1, \dots, m \quad (10)$$

Em Marinho et alii (1997) e em Marinho (1996), o leitor encontrará apresentações mais formais e rigorosas de DEA, e aplicações ao caso das universidades federais brasileiras, notadamente do modelo BCC (Banker, Charnes & Cooper, 1984), que será o utilizado neste artigo e cuja formulação básica é apresentada a seguir.

Considerem-se m *inputs* (indexados pelo subscrito i), s *outputs* (indexados pelo subscrito r) e n DMUs (indexadas pelo subscrito j), sendo $x_{ij} > 0$ e $y_{rj} > 0$, respectivamente, os *inputs* e *outputs* da j -ésima DMU, conforme o problema 3 (o modelo BCC):

$$\min \theta \quad (11)$$

$$-\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + \theta x_{ik} \geq 0 \quad \text{para } i = 1, \dots, m \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk} \quad \text{para } r = 1, \dots, s \quad (13)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \text{para } j = 1, \dots, n \quad (14)$$

$$\sum \lambda_j = 1 \quad (15)$$

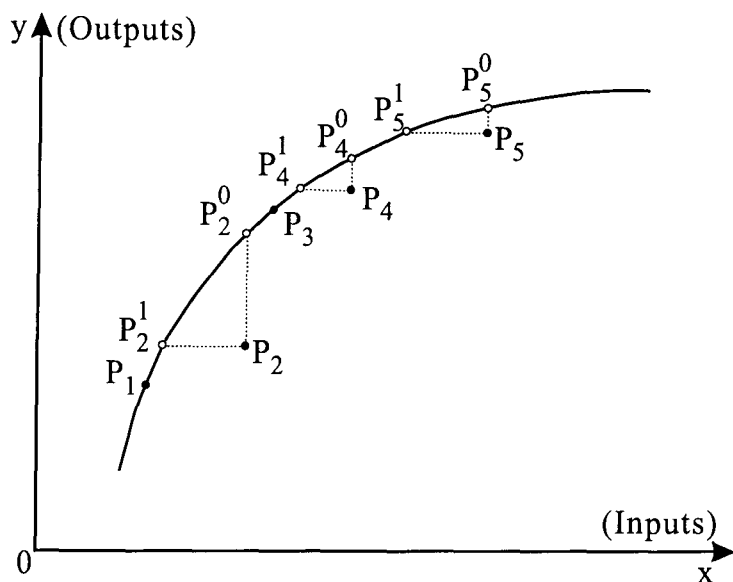
O problema 3 também é resolvido para cada DMU tomada como referência, de modo que existem n problemas de programação matemática a serem resolvidos. A solução deve gerar os preços-sombra (os λ s) ótimos dadas as restrições. A introdução da restrição $\sum \lambda_j = 1(v)$ possibilita a presença de retornos variáveis de escala (Banker et alii, 1984), mais adequados ao caso de instituições de ensino superior, em função de desajustes estruturais de longo prazo presentes no setor. Não é razoável, portanto, a suposição de presença de retornos constantes de escala, conforme exposto em Marinho (1996).

A idéia geral subjacente aos modelos de DEA é a comparação de medida virtual de produção (*output*) com medida virtual de *input*, com os pesos (preços-sombra) sendo escolhidos de maneira que uma dada DMU é representada da forma mais eficiente possível. Esta caracterização deve ser consistente com os dados e com a restrição de que nenhuma DMU pode estar além da “fronteira de eficiência”. O modelo poderia, de modo simplificado, ser representado pela figura 1.

As unidades tomadoras de decisões (DMUs), correspondentes aos pontos P_1 e P_3 , pertencentes à fronteira, seriam eficientes. Já aquelas correspondentes aos pontos P_2 , P_4 e P_5 , aquém da fronteira, seriam ineficientes. Note-se que os pontos (*virtuais ou projetados*) P_2^1 , P_4^1 e P_5^1 poderiam gerar os mesmos níveis de *outputs* que P_2 , P_4 e P_5 , respectivamente, com menores dispêndios de *inputs*. Analogamente, os pontos P_2^O , P_4^O e P_5^O poderiam, com os mesmos níveis de *inputs* que P_2 , P_4 e P_5 , respectivamente, gerar níveis superiores de

outputs. Esta possibilidade de projeção de pontos para a fronteira de eficiência é uma das características peculiares do método, permitindo ao analista realizar prospecções bastante interessantes.

Fronteira de possibilidades de produção



Os modelos de DEA admitem duas orientações básicas. Quando se trata de aumentar a produção, a eficiência refere-se à obtenção de um máximo possível de produto com um nível fixo de *inputs*. Diz-se, então, que o modelo é orientado no sentido dos *outputs*. Por outro lado, quando se trata de conservar recursos, a eficiência equivale a assegurar emprego mínimo de insumos para um dado nível de produto. Neste caso, diz-se que o modelo é orientado no sentido dos *inputs*.

Na aplicação que se segue, a fronteira e as DMUs que se encontram no interior da fronteira serão caracterizadas por escores de eficiência. A seção 3 considerará uma extensão possível da análise. Com a fronteira de eficiência definida, pode-se projetar uma DMU ineficiente para a fronteira, conforme visualizamos no gráfico acima. Deste modo, salienta-se o hiato entre a eficiência observada e a *best practice*. Como foi enfatizado, o problema 3, bem como a sua adequação ao caso específico das Ifes, está extensivamente tratado em Marinho et alii (1977) e em Marinho (1996).

Por se tratar de um método não-estocástico, a fronteira gerada pela DEA é suscetível a erros de medida e ao questionamento das propriedades estatísticas de seus resultados. Uma boa discussão das alternativas de superação dessa problemática está em Banker (1993). As possibilidades de combinação da DEA com outras metodologias aparece em Marinho (1996). Uma extensa lista, ilustrada com aplicação, das vantagens e das desvantagens da análise de envoltória de dados em relação aos modelos de regressão está em Thanassoulis (1993).

Uma alternativa metodológica para a mensuração de eficiência em instituições de ensino seria a das fronteiras estocásticas paramétricas. Esta metodologia tem como ponto de partida a estimação, através de métodos econométricos tradicionais, de uma fronteira eficiente que constitui conjunto dos pontos representativos das unidades sob análise que não podem ter sua produção aumentada, dados os recursos disponíveis, ou, analogamente, que não podem ter sua utilização de recursos reduzida, dado o seu nível de produção, *vis-à-vis* o desempenho das demais unidades sob análise. O ponto crucial é que a *tecnologia* de produção é especificada *a priori*. Os trabalhos seminais no desenvolvimento dessa metodologia devem-se a Aigner, Lovell e Schmidt (1977), a Battese e Corra (1977), e a Meeusen e van den Broeck (1977). Basicamente, desenvolve-se uma fronteira de possibilidades de produção onde um erro estocástico é dividido em dois componentes: um com distribuição normal e outro unicaudal. A parcela unicaudal do erro, que pode seguir distribuições de probabilidades bastante específicas, serve para captar a distância entre a fronteira eficiente e os pontos não-eficientes de produção. Um exemplo de utilização de fronteiras estocásticas na avaliação da eficiência de instituições de ensino é o trabalho de Gamerman et alii (1992), aplicado a departamentos de ensino na UFRJ.

Duas razões principais podem ser arroladas como motivadoras da escolha metodológica, feita neste artigo, da linha de pesquisa envolvendo fronteiras não-estocásticas, mais precisamente, da análise de envoltória de dados (DEA), ao avaliar o modelo oficial de distribuição de verbas públicas para as Ifes. Em primeiro lugar, a profusão de textos utilizando-se da DEA para avaliação de organizações educacionais no exterior (37 trabalhos nessa área são identificados somente na pesquisa de Seiford, 1994) e a escassez de tais procedimentos no Brasil. Complementarmente, surge a necessidade de dar prosseguimento à linha de pesquisa sobre avaliação de eficiência em instituições de ensino de nível superior com a utilização de fronteiras não-paramétricas iniciada em Marinho (1996) – avaliação de eficiência interna da UFRJ – e estendida, en-

tre outros trabalhos, em Marinho, Resende e Façanha (1997) – avaliação da eficiência no conjunto das Ifes –, em Marinho (1998) – compatibilização entre modelos de avaliação de eficiência internos e externos às Ifes –, e em Façanha e Marinho (1998) – avaliação de eficiência dos hospitais universitários das Ifes. A desnecessidade de especificação *a priori* das tecnologias de produção, as possibilidades de investigação de condições locais e gerais de otimalidade e a capacidade de realização de avaliações comparativas de eficiência mesmo na ausência de sistemas de preços têm sido os pilares dessa vertente de trabalhos.

É do interesse dos autores desse artigo complementar a linha de pesquisa citada com a realização de esforços na seara das fronteiras estocásticas. É reconhecida e valorizada a complementaridade entre as abordagens estocástica e não-estocástica, preconizada, por exemplo, em Kooreman (1994). Nas palavras desse último autor, “*at the present state of art the two approaches should be viewed as complements rather than substitutes*”.

3. Aplicação de Análise de Envoltória de Dados da Modelo da Andifes

Utilizando-se da mensuração de custos (percentual de OCC recomendado pelo modelo de *inputs*) e benefícios (percentual de recursos de OCC recomendado pelo modelo de *outputs*) do próprio MEC, pode-se, pela primeira vez na literatura, através da aplicação de análise de envoltória de dados (DEA), estimar uma fronteira eficiente englobando todas as Ifes (DMUS) envolvidas no modelo Andifes. Esta aplicação denotaria, dentro dos critérios do próprio MEC e a partir de informações fornecidas por este ministério, quais as instituições federais de ensino superior assinaladas como eficientes e quais estariam abaixo do desempenho ótimo. É o que se passa a fazer nesta seção. Embora sejam utilizados apenas de percentuais, a transformação destes em valores monetários, de acordo com o modelo Andifes, seria imediata.

Os passos 1 e 2, a seguir, explicitam os procedimentos.

- Passo 1 – registram-se os vetores de *inputs* e *outputs* (percentuais) gerados pelo modelo Andifes e pelos dados do MEC para as 52 Ifes;
- Passo 2 – aplicam-se análise de envoltória de dados (DEA) nesses vetores, fazendo cada uma das Ifes assumir o papel de DMU autônoma, de modo que algumas destas são assinaladas como 100% eficientes, fazendo parte da chamada *fronteira de eficiência*, enquanto outras não têm uma *performance* tão satisfatória. Os resultados são os da tabela 1.

Tabela 1
Eficiência das Ifes no modelo da Andifes

Ifes	Input (%)	Output (%)	Eficiência (%)
1. UFRJ	6,814	8,853	100,00
2. FUFRR	0,323	0,921	100,00
3. Fufac	0,517	1,348	100,00
4. FUFMS	1,521	3,445	100,00
5. Cefet-MA	0,001	0,189	100,00
6. UFPA	4,797	6,784	99,86
7. Fufro	0,484	1,265	99,18
8. UNB	2,230	3,105	74,48
9. UFRN	2,326	3,015	70,66
10. UFSM	2,827	3,291	68,86
11. Funrei	0,369	0,677	66,19
12. UFGO	2,545	2,932	65,28
13. FURG	0,980	1,497	64,66
14. Fuam	1,727	2,313	63,26
15. Fufpel	1,825	2,352	62,63
16. UFPP	4,572	3,987	60,67
17. FUFMT	2,084	2,380	59,21
18. Ufal	1,448	1,905	57,85
19. Ufes	2,264	2,402	57,13
20. UFBA	4,415	3,607	56,34
21. UFSE	1,359	1,710	55,06
22. UFMG	4,951	3,807	54,79
23. UFPI	1,838	2,042	54,19
24. UFPE	4,077	3,223	53,22
25. Unifesp	1,902	2,007	52,36
26. Fuscara	1,229	1,470	51,84
27. UFRGS	4,829	3,499	51,26
28. UFCE	3,174	2,522	49,12
29. UFJF	2,427	2,097	47,98
30. Fufuv	1,629	1,634	45,96
31. UFRRJ	1,265	1,315	45,19
32. UFPR	4,312	2,841	45,12
33. Fufap	0,384	0,472	44,76
34. UFMA	2,106	1,807	44,69
35. UFSC	4,334	2,733	43,52

continuação

continuação

Ifes	Input (%)	Output (%)	Eficiência (%)
36. UFF	4,045	2,587	42,95
37. Fufub	2,257	1,733	41,30
38. Unirio	1,586	1,447	41,21
39. Ufla	0,750	0,651	35,51
40. Fuop	0,769	0,666	35,51
41. Esam	0,016	0,078	35,14
42. UFRPE	1,349	1,040	33,72
43. Cefet-BA	0,362	0,335	33,30
44. Efei	0,295	0,230	26,89
45. FMTM	0,350	0,201	20,53
46. FCAPA	0,373	0,202	19,62
47. Efoa	0,658	0,290	17,65
48. Cefet-MG	0,594	0,243	16,16
49. Faod	0,131	0,078	16,13
50. Cefet-RJ	0,657	0,254	15,49
51. Cefet-PR	1,400	0,200	6,28
52. FFCMPA	0,450	0,0029	0,24
Total	100	100	

Por questão de clareza de apresentação, os nomes completos das instituições correspondentes às siglas que aparecem na tabela 1 constam da tabela 2, onde os escores das Ifes aqui obtidos são repetidos.

A tabela 1 nada mais reflete do que a avaliação que os modelos de *input* e *output* da Andifes fazem das instituições federais de ensino superior brasileiras, no que se refere à eficiência operacional delas. Não deixaria de ser, também, uma revelação das preferências dos alocadores centrais de recursos (MEC e Andifes), dado que os modelos que distribuem os recursos são de sua própria autoria.

Ao lado do resultado obtido neste artigo, e somente como referência para o leitor, apresenta-se parte dos resultados do trabalho intitulado *Brazilian federal universities: relative evaluation and data envelopment analysis* (Marinho et alii, 1997), tomando como base de dados o levantamento feito pelo MEC (MEC, 1995), relativo ao ano de 1994, que serviria como suporte para o mo-

delo de 1995. Aquele estudo consiste em exercício de avaliação comparativa das principais Ifes, com a utilização da análise de envoltória de dados sem as limitações do modelo do MEC.

Tabela 2
Eficiência das Ifes no modelo fatorial e no modelo Andifes

Instituição Federal de Ensino Superior (Ifes)	Dea- Andifes (%)	Dea- Fatorial (%)
1. UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro	100,00	100,00
2. FUFRR – Fundação Universidade Federal de Roraima	100,00	79,22
3. FUFAC – Fundação Universidade Federal do Acre	100,00	77,08
4. FUFMS – Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	100,00	84,07
5. Cefet-MA – Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão	100,00	NA
6. UFPA – Universidade Federal do Pará	99,86	100,00
7. FUFRO – Fundação Universidade Federal de Rondônia	99,18	78,18
8. UNB – Fundação Universidade de Brasília	74,48	100,00
9. UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte	70,66	88,03
10. UFSM – Universidade Federal de Santa Maria	68,86	97,51
11. FUNREI – Fundação de Ensino Superior de São João del Rei	66,19	82,71
12. UFGO – Universidade Federal de Goiás	65,28	89,29
13. FURG – Fundação Universidade do Rio Grande	64,66	100,00
14. FUAM – Fundação Universidade do Amazonas	63,26	82,64
15. FUFPEL – Fundação Universidade Federal de Pelotas	62,63	93,79
16. UFPB – Universidade Federal da Paraíba	60,67	100,00
17. FUFMT – Fundação Universidade Federal de Mato Grosso	59,21	NA
18. UFAL – Universidade Federal de Alagoas	57,85	100,00
19. UFES – Universidade Federal do Espírito Santo	57,13	91,33
20. UFBA – Universidade Federal da Bahia	56,34	96,03
21. UFSE – Fundação Universidade Federal de Sergipe	55,06	88,81
22. UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais	54,79	100,00
23. UFPI – Fundação Universidade Federal do Piauí	54,19	79,24
24. UFPE – Universidade Federal de Pernambuco	53,22	97,46
25. UNIfesP – Escola Paulista de Medicina	52,36	100,00
26. FUSCAR – Fundação Universidade Federal de São Carlos	51,84	98,86
27. UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul	51,26	100,00
28. UFCE – Universidade Federal do Ceará	49,12	96,10
29. UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora	47,98	82,06

continuação

continuação

Instituição Federal de Ensino Superior (Ifes)	Dea- Andifes (%)	Dea- Fatorial (%)
30. FUFUV – Fundação Universidade Federal de Viçosa	45,96	100,00
31. UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	45,19	100,00
32. UFPR – Universidade Federal do Paraná	45,12	100,00
33. FUFAP – Fundação Universidade Federal do Amapá	44,76	100,00
34. UFMA – Fundação Universidade Federal do Maranhão	44,69	NA
35. UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina	43,52	100,00
36. UFF – Universidade Federal Fluminense	42,95	99,61
37. FUFUB – Fundação Universidade Federal de Uberlândia	41,30	89,18
38. UNIRIO – Fundação Universidade do Rio de Janeiro	41,21	87,75
39. UFLA – Escola Superior de Agricultura de Lavras	35,51	100,00
40. FUOP – Fundação Universidade Federal de Ouro Preto	35,51	84,69
41. ESAM – Escola Superior de Agricultura de Mossoró	35,14	NA
42. UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco	33,72	88,96
43. Cefet-BA – Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia	33,30	NA
44. EFEI – Escola Federal de Engenharia de Itajubá	26,89	NA
45. FMTM – Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro	20,53	NA
46. FCAPA – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará	19,62	NA
47. EFOA – Escola de Farmácia e Odontologia de Alfenas	17,65	NA
48. Cefet-MG – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	16,16	NA
49. FAOD – Faculdade Federal de Odontologia de Diamantina	16,13	NA
50. Cefet-RJ – Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro	15,49	NA
51. Cefet-PR – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná	6,28	NA
52. FFCMPA – Fundação Faculdade de Ciências Médicas de Porto Alegre	0,24	NA

Obs.: Algumas das Ifes não foram avaliadas no modelo baseado em análise fatorial, estando assinaladas com NA.

4. Explorando a Fronteira Eficiente: Sugestões para um Modelo Reformado

Uma das possibilidades dos modelos de análise de envoltória de dados é a *projeção, para a fronteira eficiente, de unidades avaliadas como ineficientes*. As metas de produção e consumo, conhecidas como *targets*, são obtidas a partir de uma combinação convexa de DMUs vizinhas da unidade ineficiente.

O gráfico da página 366 ilustra um exemplo imediato de tal possibilidade. O ponto (ineficiente) P_2 pode ter como *targets* as coordenadas dos pontos (virtuais e eficientes) P_2^1 ou P_2^O .

- Passo 3 – primeiramente, a otimização é *orientada no sentido dos inputs*, ou seja, fornecidos os *outputs* de uma dada Ifes, projeta-se para a fronteira, com o uso de DEA, cada uma das instituições avaliadas como ineficientes, através da redução máxima de seus *inputs* ($\%INP$) que não reduza o nível de produção efetivo de cada uma delas; de modo análogo, o procedimento de otimização e de deslocamento para a fronteira também será *orientado no sentido dos outputs*.
- Passo 4 – normalizam-se os *targets* de *inputs* e *outputs* obtidos no modelo da Andifes, de modo que a soma das parcelas dos *targets* dos *inputs* some 100%, o que não ocorria após a otimização inicial. O mesmo foi feito em relação aos *targets* dos *outputs*. Assim, pode-se ver a nova *posição relativa* de cada Ifes em uma situação de ótimo global, ou seja, na situação em que todas as Ifes teriam eficiência plena. As novas participações percentuais ($\%RINP$ para o modelo de *inputs* e $\%ROUT$ para o modelo de *outputs*) estão na tabela 3.
- Passo 5 – os *inputs* otimizados e padronizados ($\%RINP$, na tabela 3), assim como os *outputs* otimizados e padronizados ($\%ROUT$, na mesma tabela), podem ser novamente submetidos ao conjunto de ponderações do modelo da Andifes, segundo a fórmula que define a participação de cada Ifes nas verbas do MEC. Obtém-se, como resultado para a participação de cada Ifes no modelo otimizado, uma percentagem definida (conforme as ponderações do modelo original da Andifes) por:

$$\%RMISTO = 0,01 \%RINP + 0,09 \%ROUT + 0,9 \%HISTÓRICO$$

Os valores encontrados para $\%RMISTO$ aparecem na quinta coluna da tabela 3.

- Passo 6 – os valores das participações percentuais originais de cada Ifes no modelo misto oficial estão apresentadas na coluna $\%MISTO$ da tabela 3. As diferenças entre estes valores e os encontrados para o modelo otimizado e padronizado ($\%RMISTO$) podem ser observadas na coluna $VAR\%$ da tabela.

Tabela 3
Diferenças entre o modelo da Andifes original e o otimizado

Ifes	%Histórico	%RINP	%ROUT	%RMISTO	%Misto	VAR%
1. UFRJ	6,135	14,575	4,997	6,884	6,224	10
2. FUFRR	0,562	0,691	0,520	0,574	0,544	5
3. Fufac	1,515	1,107	0,761	1,471	1,424	3
4. FUFMS	1,780	3,254	1,944	1,915	1,774	7
5. Cefet-MA	0,546	0,002	0,107	0,493	0,494	0
6. UFPA	4,192	10,242	3,834	4,733	4,272	10
7. Fufro	0,486	1,025	0,720	0,537	0,493	8
8. UNB	1,623	2,906	2,353	1,746	1,693	3
9. UFRN	2,717	2,814	2,409	2,723	2,685	1
10. UFSM	2,738	3,095	2,697	2,770	2,751	1
11. Funrei	0,819	0,461	0,577	0,785	0,777	1
12. UFGO	2,624	2,729	2,535	2,633	2,620	0
13. Furg	2,213	1,259	1,307	2,118	2,095	1
14. Fuam	2,673	2,094	2,063	2,615	2,584	1
15. Fufpel	0,830	2,135	2,120	0,960	0,935	3
16. UFPB	4,594	4,389	3,704	4,567	4,586	0
17. FUFMT	0,822	2,163	2,269	0,957	0,951	1
18. Ufal	1,674	1,677	1,859	1,676	1,656	1
19. Ufes	2,048	2,185	2,373	2,063	2,071	0
20. UFBA	4,372	3,593	3,614	4,294	4,368	-2
21. UFSE	1,101	1,477	1,753	1,142	1,130	1
22. UFMG	3,748	4,012	3,922	3,774	3,857	-2
23. UFPI	1,506	1,817	2,127	1,541	1,542	0
24. UFPE	3,509	3,026	3,418	3,464	3,557	-3
25. Unifesp	2,563	1,782	2,164	2,489	2,498	0
26. Fuscar	1,525	1,231	1,600	1,499	1,498	0
27. UFRGS	3,957	3,366	3,853	3,903	4,031	-3
28. UFCE	3,943	2,308	2,898	3,785	3,859	-2
29. UFJF	1,577	1,873	2,467	1,613	1,659	-3
30. Fufuv	1,459	1,399	2,007	1,459	1,476	-1
31. UFRRJ	1,174	1,074	1,642	1,169	1,183	-1
32. UFPR	4,063	2,635	3,554	3,929	4,073	-4
33. Fufap	0,536	0,268	0,596	0,512	0,521	-2
34. UFMA	2,775	1,576	2,282	2,662	2,705	-2
35. UFSC	3,730	2,524	3,567	3,620	3,774	-4
36. UFF	3,648	2,375	3,400	3,531	3,673	-4
37. Fufub	2,748	1,501	2,369	2,632	2,694	-2
38. Unirio	0,486	1,208	1,982	0,566	0,594	-5
39. Ufla	0,656	0,437	1,035	0,640	0,664	-4
40. Fuop	1,174	0,450	1,058	1,107	1,132	-2
41. Esam	0,334	0,002	0,126	0,302	0,302	0

continuação

continuação

Ifes	%Histórico	%RINP	%ROUT	%RMISTO	%Misto	VAR%
42. UFRPE	1,308	0,807	1,741	1,268	1,313	-4
43. Cefet-BA	1,119	0,139	0,568	1,025	1,043	-2
44. Efei	0,606	0,040	0,484	0,553	0,574	-4
45. FMTM	0,642	0,013	0,553	0,584	0,611	-5
46. FCAPA	0,449	0,014	0,582	0,412	0,440	-7
47. EFOA	0,557	0,096	0,927	0,519	0,563	-9
48. Cefet-MG	0,721	0,053	0,851	0,662	0,705	-6
49. Faod	0,187	0,002	0,273	0,171	0,181	-6
50. Cefet-RJ	0,643	0,062	0,926	0,594	0,640	-8
51. Cefet-PR	0,813	0,012	1,802	0,750	0,859	-15
52. FFCMPA	1,756	0,002	0,682	1,587	1,621	-2
Total	100	100	100	100	100	

Obs.: %Histórico – valores atribuídos pelo modelo Andifes ao componente *histórico* das participações individuais das Ifes; %RINP – valores do indicador de insumos do modelo Andifes, ajustados para a *fronteira de eficiência* da DEA; %ROUT – valores do indicador de produção do modelo Andifes, ajustados para a *fronteira de eficiência* da DEA; %RMISTO e RMISTO x^* – participações individuais sugeridas pelo modelo reformado, segundo a regra $x^* = 0,90 (\%Histórico) + 0,09 (\%RINP) + 0,01 (\%ROUT)$; Reformado x^{**} – participações individuais das Ifes recomendadas pelo modelo reformado segundo a regra $x^{**} = 0,90 (\%RINP) + 0,10 (\%ROUT)$; %Misto – participações individuais das Ifes no orçamento global de manutenção atribuídas pelo modelo Andifes.

Como já comentado, na equação (3) a variável x corresponde à variável %MISTO (modelo em uso pelo MEC) e a variável x^* corresponde à variável %RMISTO (modelo otimizado pelos passos 1 a 6). Exemplificando, no caso da Ifes UFRJ, teremos:

$$w = x + \gamma(x^* - x)$$

ou seja,

$$w = 6,224 + \gamma(6,884 - 6,224) \quad (3)$$

$$w = 6,224 + (0,660)\gamma$$

Três constatações relevantes, contribuições do presente estudo, são denotadas:

- a) a variação de participação (coluna VAR% na tabela 3) de cada uma das Ifes no total das verbas entre o modelo otimizado (coluna %RMISTO) e o original da Andifes (coluna %MISTO) é muito pequena, oscilando entre +10% e -15%;

- b) os resultados indicam que se pode economizar um montante de recursos expressivo ou aumentar significativamente a produção do conjunto das Ifes, sem que uma distribuição de renda muito dramática seja efetuada;
- c) uma outra conclusão é que o componente *histórico* do modelo tem um efeito amortecedor extremamente crítico; muito embora haja mudanças significativas nos percentuais das Ifes calculados pelos modelos de *inputs* e pelo de *outputs*, a participação individual de cada Ifes não muda significativamente.

Para cumprir a proposta enunciada na introdução desta seção, e tendo os resultados anteriores como referência, se passará agora a trabalhar com a especificação contratual explicitada pela equação (3) excluindo o componente *histórico* do modelo.

A nova formulação da equação (3) passa a ser:

$$w = x + \gamma(x^{**} - x) \quad (3a)$$

Neste caso, todas as variáveis mantêm o seu significado original, com exceção de x^{**} , que foi obtida com procedimentos idênticos aos explicitados nos passos 1 a 6, mas excluindo, como já se disse, o componente *histórico*. Com isso, a relação $\alpha/\beta = 9$ da equação (1) fica mantida, *menos por aceitação da mesma, do que por uniformidade e compatibilidade com o critério que definiu a variável x .*

Os resultados estão apresentados na tabela 4, cabendo orientar o leitor para o exame da mesma. Para a UFRJ, $x = 6,224$ e $x^{**} = 13,617$. O valor correspondente de w será dado por:

$$w = 6,224 + \gamma(13,617 - 6,224)$$

$$w = 6,224 + (7,393)$$

À luz de comentários feitos no início desta seção, recomenda-se questionar as Ifes e a Andifes, a respeito do valor de γ com o qual desejam se comprometer. Convém também esclarecer que, em análises do caso específico da UFRJ, a variável x – e a variável c da expressão (2) – denota para os autores o “custo básico”, decorrente de dispêndios com serviços de segurança, limpeza, fornecimento de luz, água e serviços telefônicos. Ou seja, a penalização atinge e inviabiliza o custeio básico – situação que não deve se circunscrever ao caso da UFRJ –, a partir de modelo que tem como principal ingrediente um componente *histórico*, de preservação do conjunto das Ifes e de sua *estabilidade*.

Tabela 4
Resultados do Modelo Reformado

I	II	III	IV	V	VI	VII
Ifes	RGINP	ROUT	Reformado (x^{**})	RMISTO (x^*)	Misto (x)	IV-VI
1. UFRJ	14,575	4,997	13,617	6,884	6,224	7,393
2. FUFRR	0,691	0,520	0,674	0,574	0,544	0,129
3. Fufac	1,107	0,761	1,072	1,471	1,424	-0,351
4. FUFMS	3,254	1,944	3,123	1,915	1,774	1,348
5. Cefet-MA	0,002	0,107	0,012	0,493	0,494	-0,481
6. UFPA	10,242	3,834	9,601	4,733	4,272	5,329
7. Fufro	1,025	0,720	0,995	0,537	0,493	0,501
8. UNB	2,906	2,353	2,850	1,746	1,693	1,157
9. UFRN	2,814	2,409	2,773	2,723	2,685	0,088
10. UFSM	3,095	2,697	3,056	2,770	2,751	0,304
11. Funrei	0,461	0,577	0,473	0,785	0,777	-0,304
12. UFGO	2,729	2,535	2,709	2,633	2,620	0,089
13. Furg	1,259	1,307	1,264	2,118	2,095	-0,830
14. Fuam	2,094	2,063	2,091	2,615	2,584	-0,493
15. Fufpel	2,135	2,120	2,133	0,960	0,935	1,198
16. UFPB	4,389	3,704	4,320	4,567	4,586	-0,265
17. Fufmt	2,163	2,269	2,174	0,957	0,951	1,222
18. Ufal	1,677	1,859	1,695	1,676	1,656	0,038
19. Ufes	2,185	2,373	2,204	2,063	2,071	0,133
20. UFBA	3,593	3,614	3,595	4,294	4,368	-0,773
21. UFSE	1,477	1,753	1,505	1,142	1,130	0,374
22. UFMG	4,012	3,922	4,003	3,774	3,857	0,145
23. UFPI	1,817	2,127	1,848	1,541	1,542	0,306
24. UFPE	3,026	3,418	3,066	3,464	3,557	-0,491
25. Unifesp	1,782	2,164	1,820	2,489	2,498	-0,678
26. Fuscar	1,231	1,600	1,268	1,499	1,498	-0,229
27. UFRGS	3,366	3,853	3,415	3,903	4,031	-0,616
28. UFCE	2,308	2,898	2,367	3,785	3,859	-1,492
29. UFJF	1,873	2,467	1,933	1,613	1,659	0,274
30. Fufuv	1,399	2,007	1,460	1,459	1,476	-0,015
31. UFRRJ	1,074	1,642	1,131	1,169	1,183	-0,052
32. UFPR	2,635	3,554	2,727	3,929	4,073	-1,345
33. Fufap	0,268	0,596	0,301	0,512	0,521	-0,220
34. Ufma	1,576	2,282	1,646	2,662	2,705	-1,058
35. Ufsc	2,524	3,567	2,628	3,620	3,774	-1,145
36. Uff	2,375	3,400	2,478	3,531	3,673	-1,195
37. Fufub	1,501	2,369	1,587	2,632	2,694	-1,106
38. Unirio	1,208	1,982	1,285	0,566	0,594	0,690
39. Ufla	0,437	1,035	0,497	0,640	0,664	-0,167

continuação

continuação

I	II	III	IV	V	VI	VII
Ifes	RGINP	ROUT	Reformaado (x^{**})	RMISTO (x^*)	Misto (x)	IV-VI
40. Fuop	0,450	1,058	0,511	1,107	1,132	-0,621
41. Esam	0,002	0,126	0,014	0,302	0,302	-0,288
42. UFRPE	0,807	1,741	0,900	1,268	1,313	-0,412
43. Cefet-BA	0,139	0,568	0,182	1,025	1,043	-0,861
44. EFEI	0,040	0,484	0,084	0,553	0,574	-0,489
45. FMTM	0,013	0,553	0,067	0,584	0,611	-0,544
46. FCAPA	0,014	0,582	0,070	0,412	0,440	-0,369
47. Efoa	0,096	0,927	0,179	0,519	0,563	-0,384
48. Cefet-MG	0,053	0,851	0,132	0,662	0,705	-0,572
49. Faod	0,002	0,273	0,029	0,171	0,181	-0,151
50. Cefet-RJ	0,062	0,926	0,149	0,594	0,640	-0,491
51. Cefet-PR	0,012	1,802	0,191	0,750	0,859	-0,668
52. FFCMPA	0,002	0,682	0,070	1,587	1,621	-1,551

Obs.: %Histórico – valores atribuídos pelo modelo Andifes ao componente *histórico* das participações individuais das Ifes; %RINP – valores do indicador de insumos do modelo Andifes, ajustados para a *fronteira de eficiência* da DEA; %ROUT – valores do indicador de produção do modelo Andifes, ajustados para a *fronteira de eficiência* da DEA; %RMISTO e RMISTO x^* – participações individuais sugeridas pelo modelo reformado, segundo a regra $x^* = 0,90 (\%Histórico) + 0,09 (\%RINP) + 0,01 (\%ROUT)$; Reformaado x^{**} – participações individuais das Ifes recomendadas pelo modelo reformado segundo a regra $x^{**} = 0,90 (\%RINP) + 0,10 (\%ROUT)$; %Misto – participações individuais das Ifes no orçamento global de manutenção atribuídas pelo modelo Andifes.

4. Comentários Finais

Este artigo teve o objetivo de examinar e criticar o modelo de alocação de recursos da Andifes, e prestigiado pelo MEC, para aplicação nas Ifes. Como se mostrou na seção 2 e está descrito no anexo, a concepção do modelo, por parte da Andifes, obteve a motivações grandiosas. A situação anterior, como alertavam seus proponentes, revelava-se “muito fértil para a ineficácia e ineficiência”, uma vez que estava contaminada por, entre outros, indesejáveis “elementos de barganha”. Dever-se-ia, então, contrapor um sistema de financiamento que contivesse atributos de estabilidade, previsibilidade, equidade e transparência para o público. Natural e positivamente, o novo sistema deveria estar baseado em método “simples de usar, compreensível e prático de ser implementado” e, mais ambiciosamente, que levasse em consideração as “diferenças de qualidade” e não fosse baseado em “alocações isonômicas”, para refletir “um desejo de autonomia das instituições”, das 52 Ifes que viriam a

integrar o sistema. Infelizmente, entretanto, a avaliação preliminar que se apresenta neste artigo, conforme a seção 3, não corrobora aquelas pretensões. A despeito de limitada a dados de *cross-section* para o ano de 1994 (o único com dados auditados até então), a aplicação da análise de envoltória de dados evidencia flagrantes inconsistências, seja nas estimativas dos indicadores de *inputs* e de *outputs* das Ifes, seja na regra que determina os orçamentos individuais dessas instituições. Fica ressaltado que o modelo da Andifes avalia mal a eficiência de muitas das Ifes para as quais aloca recursos com reveladas iniquidades, problema cuja análise é estendida na seção 4. Mais positivamente, pode-se sugerir que, sem mudanças de regras de alocação e avaliação, algum aprimoramento imediato poderia ser alcançado através de modelo reformado apresentado no texto, dado que a atual distribuição de recursos não é eficiente no sentido de Pareto.

Espera-se, portanto, que o modelo reformado, ou outra alternativa qualificada, venha a cumprir o papel permanente de estruturar mecanismos sistemáticos de avaliação e de distribuição de recursos para as Ifes, o que, efetivamente, não pode ser alcançado com regras como as que atualmente vigoram para o conjunto das instituições federais de ensino superior.

Referências Bibliográficas

- Aigner, D. J.; Lovell, C. A. K. & Schmidt, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production models. *Journal of Econometrics*, 6(1): 21-37, July 1977.
- Andifes. *Matriz de alocação de recursos para as instituições federais de ensino superior*. Brasília, Associação Nacional dos Dirigentes de Instituições Federais de Ensino Superior, 1994.
- Banker, R. D. Maximum likelihood, consistency and data envelopment analysis: a statistical foundation. *Management Science*, 39(10):1.265-73, Oct. 1993.
- _____; Charnes, A. & Cooper, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9):1.078-91, Sept. 1984.
- Battese, G. E. & Corra, G. S. Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21(3),169-79, Dec. 1977.

- Binmore, K. *Game theory and the social contract*. Cambridge, MIT Press, 1994. v. 1.
- Bowlin, W. J.; Wallace II, J. R. & Murphy, R. L. Efficiency based budgeting. *The Journal of Cost Analysis*, 8:33-54, 1989.
- Charnes, A. & Cooper, W. W. Programming with linear fractional functionals. *Naval Research Logistic Quarterly*, 9(3, 4):181-5, 1962.
- _____; _____ & Rhodes, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2:429-44, 1978.
- _____; _____ & Lewin, A. Y. (eds.). *Data envelopment analysis: theory, methodology and applications*. Kluwer Academic Press, 1994.
- Façaanha, L. O.; Jorge, M. J. & Marinho, A. Economia e administração da organização universitária: experiência de trabalho na UFRJ. *Revista de Administração Pública*. Rio de Janeiro, FGV, 30(6): 49-77, nov./dez. 1996.
- _____ & Marinho, A. Hospitais universitários: mecanismos de coordenação e avaliação comparativa de eficiência. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 19:201-35, 1998.
- Felder, S. The use of data envelopment analysis for detection of price above the competition level. *Empirica*, 2(22):103-13, 1995.
- Gamerman, D.; Migon, H. S. & Sant'anna, A. P. *Um modelo integrado para melhoramento da qualidade das universidades públicas*. Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, UFRJ. 1992. (Relatório Técnico, 65.)
- Kooreman, P. Data envelopment analysis and parametric frontier estimation: complementary tools. *Journal of Health Economics*, 13:345-6, 1994.
- Laffont, J. J. & Tirole, J. *A theory of incentives in procurement and regulation*. Cambridge, MIT Press, 1993.
- Marinho, A. Avaliação organizacional de uma universidade pública: uma abordagem não-paramétrica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, FGV, 1996. (Dissertação de Doutorado.)
- _____; Resende, M. & Façaanha, L. O. Brazilian federal universities: relative efficiency evaluation and data envelopment analysis. *Revista Brasileira de Economia*. Rio de Janeiro, FGV, 51(6):489-508, nov./dez. 1997.

_____. O aporte de recursos públicos para as instituições federais de ensino superior. *Revista de Administração Pública*, 32(4):83-93, jul./ago. 1998.

McMillan, J. *Games, strategies and managers*. New York, Oxford University Press, 1992.

Meeusen, W. & Broeck, Van den. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production function with composed error. *International Economic Review*, 18(2):435-44, June 1997.

Milgrom, P. & Roberts, J. *Economics, organization & management*. Englewood Cliffs, New York, Prentice Hall, 1992.

Ministério da Educação e do Desporto (MEC). *Dados referenciais das instituições federais de ensino superior – Ifes*. 1995.

Newhouse, J. P. Reimbursing health plans and health providers: efficiency in productions vs. selection. *Journal of Economic Literature*, 34(3):1.236-63. Sept. 1996.

Seiford, L. M. A DEA bibliography (1978-1992). In: Charnes, A.; Cooper, W. W. & Lewin, A. Y. (eds.). *Data envelopment analysis: theory, methodology and applications*. Kluwer Academic Press, 1994.

Thanassoulis, E. A comparison of regression analysis and data envelopment analysis as alternative methods for performance assessments. *Journal of Operational Research Society*, 44(11):1.129-44, 1993.

Tirole, J. *Theory of industrial organization*. Cambridge, MIT Press, 1990.

Anexo

Reproduzem-se, a seguir, alguns trechos do modelo da Andifes, acompanhados de comentários que foram julgados essenciais para o entendimento e para a avaliação da extensão em que tal dispositivo poderia ser aprimorado. Os trechos entre aspas constam do original.

Na página 3 do documento, são tecidos comentários sobre a metodologia de distribuição de recursos que antecedia a atual. “Na prática os sistemas têm sido projetados para proteger o governo (MEC) contra o gerenciamento inadequado, ao invés de estimular a boa prática nas instituições que dependem de financiamento governamental. A sistemática atual, no caso federal, é

através de uma proposta orçamentária, onde as Instituições Federais de Ensino Superior (Ifes) apresentam as suas necessidades ao MEC e, através de uma análise que envolve elementos de barganha, é estabelecida uma dotação para cada Ifes. Não existe um modelo e sim um processo, mas a filosofia básica é a de um modelo de *input* (necessidades). Os orçamentos são excessivamente itemizados e rígidos, com escrituração detalhada e rigorosa, cheia de controles; uma situação muito fértil para a ineficácia e a ineficiência, típicas da burocracia decorrente.”

Logo a seguir, ainda na página 3, lê-se a seguinte declaração de intenções: “O que se almeja é o seguinte: 1. estabilidade de financiamento, prevenindo flutuações extremas na renda da instituição; 2. previsibilidade do financiamento, de forma a assistir à instituição nos seus esforços de planejamento; 3. equidade (equilíbrio, em função de parâmetros) de alocação entre as instituições; 4. transparência para o público através de uma relação explicitada entre os recursos financeiros e algum fator quantificável, e 5. um método simples de usar, compreensível e prático de se implementar”.

Continuando, ainda, na mesma página 3: “Dentro desse contexto é preciso pensar num sistema de financiamento que reflita um desejo de autonomia das instituições, leve em consideração as diferenças de qualidade, não seja baseado em alocações isonômicas e não dependa demais da vontade do MEC em decidir qualquer disputa financeira menor entre as Ifes”.

Objetivando atender às intenções explicitadas, um modelo é proposto para implementação a partir de 1994. Nas páginas 37 e 38 do documento, uma descrição bastante sucinta do mesmo é apresentada, conforme a reprodução parcial a seguir, onde todos os grifos constam do original.

Estrutura básica do modelo

A estrutura básica do modelo está explícita no documento da Andifes, podendo ser resumido pelas passagens que, conforme o original exposto, reproduz-se a seguir.

Na página 37 vêem-se as seguintes colocações: “Os modelos de alocação de recursos para a educação superior normalmente envolvem dois componentes, que se convencionou chamar de *input* e *output*”. O primeiro representa as ‘necessidades’, em função do *tamanho*, podendo nele também introduzirem-se

indicadores de *qualidade*. Em resumo, ele responde à pergunta: que recursos são necessários para manter essas atividades, neste nível de qualidade. O segundo refere-se ao desempenho, premiando a qualidade, produtividade e eficiência”. E, na página 38: “Daí, o modelo proposto contém três componentes: ‘histórico’, pesando 90%; *input* com 9%; e *output*, com 1%. Pretende-se com isto que, enquanto o primeiro funcione como elemento estabilizador, os dois últimos induzam as Ifes a adotarem ações que levem a uma melhor qualidade, produtividade e eficiência. Com efeito, *no primeiro ano* de implementação do sistema, o ‘histórico’ será representado pela média das dotações dos *últimos cinco anos*. A partir, porém, do segundo ano, tomar-se-á apenas a dotação *do ano anterior* (na qual *input* e *output* pesaram 9% e 1%). Assim, dentro de cinco anos, aquele ‘histórico’ terá sido praticamente neutralizado e o modelo será praticamente composto de 90% de *input* e 10% de *output*. Conforme aprovado, no *input* consideram-se indicadores físicos *do tamanho*: basicamente o número de alunos, a área construída, e alguns indicadores de qualidade, como gastos de capital, inclusive recursos próprios. No *output*, utilizam-se indicadores e parâmetros: *de qualidade* (avaliação dos cursos de pós-graduação pela CAPES, índice de qualificação de corpo docente); *de produtividade* (relação entre ingresso e diplomações, número de certificados, teses de mestrado e doutorado); e *de eficiência* (relação aluno/docente, docente/funcionário)”.

Como o modelo histórico é bastante simples, considerando a média dos recursos disponibilizados nos cinco anos precedentes ao ano sob análise, descreve-se brevemente, a seguir, o modelo de *inputs* e o modelo de *outputs*.

O modelo de *input*

No modelo de *input* a metodologia é um pouco diferente. Na página 12 vemos: “a idéia fundamental de um modelo de *input* é a utilização do número total de alunos (1º 2º graus, graduação, residência médica, mestrado, doutorado), a área construída e gastos de capital como variáveis explicativas para a distribuição dos recursos. De fato, essas variáveis indicam essencialmente os gastos da instituição, conforme pode ser verificado nos resultados do modelo de regressão. Ademais, faz sentido admitir que quanto mais alunos tiver uma instituição, mais recursos ela deve receber. Por outro lado, é claro que quanto maior for a área construída, maiores serão os gastos de manutenção da instituição”. E, continuando, na mesma página 12: “Usando as variáveis

explicativas, a saber: número de alunos de cursos mais dispendiosos (Ciências Exatas e da Terra e Ciências Biológicas), Engenharias, Ciências da Saúde e Ciências Agrárias, número de alunos de cursos menos dispendiosos (Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Humanas, Linguística, Letras e Artes), 1º e 2º graus (técnicos e não-técnicos), área construída e gastos de capital (incluindo recursos próprios), considerando sempre o valor médio dos últimos 5 (cinco) anos, exceto para a área construída, montou-se um modelo de regressão para o percentual de alocação de recursos às Ifes. A variável dependente foi a média do histórico dos últimos 5 (cinco) anos do percentual de alocação. O modelo não tem termo constante; passa pela origem e tem um coeficiente de determinação superior a 0,93. Foram utilizadas todas as Ifes na regressão (incluindo os estabelecimentos isolados)".

Cabem alguns comentários a respeito de "technicalidades" do modelo. Em primeiro lugar, em um contexto envolvendo múltiplas unidades, com produção de múltiplos bens e serviços a partir do consumo de múltiplos fatores de produção, adota-se uma regressão linear simples como peça fundamental de análise. Ademais, a regressão é feita utilizando-se médias de séries temporais. Adicionalmente, o modelo não tem termo constante, o que implica admissão de retornos constantes de escala, quando a disparidade de porte (e das demais características, diga-se de passagem) entre as Ifes é colossal. Como nem todas as Ifes produzem todos os bens nem se utilizam dos mesmos insumos, a compatibilização das variáveis para inclusão na regressão contém, no mínimo, alto grau de discricionariedades.

O modelo de *output*

Para sua efetiva implementação o modelo de *output* necessita do cálculo dos assim chamados "números básicos". A página 5 do documento esclarece: "O cálculo inicia-se com uma fórmula alimentada com o número de alunos ingressos, alunos diplomados e a duração de cada curso, ou certificados, dissertações e teses, que dá como resultado um número básico de alunos, através de um critério de produtividade. Obtém-se então um indicador de produtividade: o *número básico de alunos*". E no parágrafo seguinte, na mesma página: "Em seguida, através de coeficientes de eficiência e qualidade (relação ideal aluno/docente, conceitos da CAPES e titulação) calcula-se, a partir do indicador anterior, um outro indicador: o *número básico de docentes*". E

ainda, no parágrafo seguinte, também na página 5: “Finalmente, a partir deste último indicador, incorporando outro coeficiente de eficiência (a relação docente/funcionário), chega-se ao indicador final do modelo, que vai determinar o vetor: o *número básico de funcionários*”.

Não se conseguiu identificar sob que critérios, relações do tipo “docente/funcionário” possam se configurar em “coeficiente de eficiência”. Nem como poderia ser calculada uma relação “ideal” aluno/docente. Mas estas expressões são utilizadas ao longo de todo o documento da Andifes. Um outro aspecto que chama a atenção é a metodologia de cálculo dos ditos “números básicos”. Para abreviar comentários, convém ilustrar a metodologia de cálculo do primeiro deles, o “número básico de alunos de graduação”, conforme exposto na página 6 do texto da Andifes: “O número básico de alunos para a graduação é o somatório do número básico de alunos de cada curso, calculados pela seguinte fórmula:

$$Na = [Ndi * Dc * 1,3 + (Ni - Ndi) * Dc/2],$$

onde:

Na = Número básico de alunos de graduação do curso

Ndi = Número de diplomados no curso

Dc = Duração mínima do curso, para o desenvolvimento do Currículo Pleno

Ni = Número de ingressantes no curso. O conceito de ingressante deverá ser ampliado na próxima coleta de dados de tal forma a incluir os que entram na Universidade através de ingresso extravestibular”.

Justificando a adoção dos parâmetros da fórmula, pode-se ver na mesma página: “Esta fórmula admite que em média um aluno demora, para se formar, 30% a mais do que o tempo mínimo necessário para a conclusão do curso e que os alunos evadidos permanecem a metade da duração do curso”. Mais ainda, na mesma página: “Obs: Para os cursos novos, por não apresentarem diplomados durante certo tempo, propõe-se que seja adotado o Ndi/Ni médio da área de conhecimento em que o curso está inserido”.

Não são conhecidas as razões metodológicas que levaram à adoção dos parâmetros que aparecem nesta fórmula. Deve-se, entretanto, chamar a

atenção para o fato de que tais suposições *a priori* são bastante freqüentes no cálculo de todos os demais “números básicos” e, de resto, em todo o modelo.

Ao final do cálculo de todos os “números básicos”, a participação de cada Ifes será determinada pela razão N_{fti}/N_{ft} , onde N_{fti} é uma soma de “números básicos” referentes a diversas categorias de funcionários técnicos-administrativos para cada instituição, e N_{ft} representa o somatório desta variável em todas as Ifes.

Na página 15 do documento consta: “O Ministério da Educação e do Desporto, em 30 de agosto de 1994, publicou a portaria ministerial no 1285 acatando as propostas da Andifes”.