

Um Estudo da Eficiência dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia no Brasil

Mauro Medina da Silva*
Elton Fernandes**

Resumo: Esta pesquisa discute a avaliação de desempenho dos programas de pós-graduação de engenharia no Brasil, no que diz respeito ao ensino e pesquisa. Caracteriza-se pela utilização de uma ferramenta para mensuração e avaliação de eficiência. Esta ferramenta é a Análise Envoltória de Dados (DEA). Foram experimentados, na pesquisa, vários formatos de modelos que pudessem retratar o cenário da avaliação de 1998, de modo compatível com os parâmetros de avaliação da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Esta Fundação possui um sistema de acompanhamento das atividades de ensino e pesquisa da pós-graduação de engenharia, o qual serviu de fonte de dados para o estudo desenvolvido nesta pesquisa. O processo de avaliação da CAPES busca determinar um grau que represente o nível de qualidade dos programas de pós-graduação. A aplicação do DEA empenha-se em ampliar o conhecimento dos avaliadores e propiciar aos coordenadores dos programas conhecimentos para formulação de estratégias, rumo a um melhor posicionamento.

Palavras-chave: Avaliação; Avaliação CAPES; Quesitos de Avaliação; Ensino e Pesquisa; Análise Envoltória de Dados

Abstract: This research is about the performance evaluation of the Brazilian engineering graduate programs associated with teaching and research. It was done using a tool that measures and helps to evaluate their efficiency, known as Data Envelopment Analysis (DEA). Many kinds of models were experimented in the way to represent the 1998 evaluation in a way compatible with the evaluation parameters used by CAPES Foundation, one of Brazil's major higher education funding agencies. This foundation has a systematic evaluation of teaching and research activities of the engineering graduate programs in Brazil, which has served as data source for the research developed in this thesis. The system tries to determine a degree that represents the quality of the graduate programs. DEA application searches to enlarge the knowledge of the evaluators and help program leaders to formulate strategies in order to better classify them.

Key words: Evaluation; CAPES evaluation; Queries for Evaluation; Teaching and Research Activities; Data Envelopment Analysis

1. Introdução

Este artigo explora a utilização da Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA) como uma ferramenta quantitativa auxiliar no processo de avaliação de cursos de pós-graduação.

Este processo de análise quantitativa e multicritério, baseado em programação linear, permite uma visão multicritério de um conjunto de dados, posicionando cada programa de pós-graduação em relação a uma fronteira de eficiência. Esta fronteira é interpretada como a representação das melhores práticas identificadas nos programas observados. A análise explorada nesse estudo é considerada auxiliar dadas as limitações que a representação quantitativa tem diante do escopo da avaliação de um programa de pós-graduação. Apesar das

limitações observadas na representação quantitativa, a análise traz tanto benefícios para os avaliadores, quanto para os coordenadores desses programas, que passam a ter uma visão quantitativa do afastamento dos programas da fronteira da eficiência com relação a indicadores relevantes para as atividades de ensino e pesquisa na pós-graduação. Neste artigo, os dados coletados pela CAPES para o ano base de 1998 dos programas de pós-graduação de engenharias serviram como base de análise.

1.1 – A avaliação CAPES dos programas de pós-graduação como motivação.

A CAPES é um órgão vinculado ao MEC, criado em 1951 como coordenação e sendo posteriormente instituído como fundação em 1992. Seu principal objetivo é subsidiar o Ministério da Educação (MEC) em políticas da pós-graduação e também elaborar propostas para o plano nacional de pós-graduação. O seu sistema de avaliação dos cursos tem como princípios: manter uma

* Mauro Medina da Silva é pesquisador do Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UF RJ.

** Elton Fernandes, PhD, é Coordenador do Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UF RJ.

regularidade do processo de acompanhamento e avaliação dos programas, executar esse processo a cargo de pares acadêmicos, buscar permanentemente a elevação dos padrões de qualidade desse nível de ensino e, ajustar os critérios e indicadores de desempenho. Dentre os objetivos da avaliação CAPES destaca-se a contribuição para o aprimoramento de cada programa de pós-graduação e a apresentação de uma classificação dos programas brasileiros de pós-graduação através da atribuição de um grau que representa a qualidade dos programas. Este grau é aceito pela comunidade científica como o nível do programa de pós-graduação. Este nível traduz-se em bolsas de estudo, prestígio, etc. Para se chegar a este grau que é conferido aos programas, a CAPES reformulou seus critérios de avaliação a partir de 1998 a fim de se homogeneizar uma sistemática de avaliação mais eficaz. As reformulações em torno do processo de avaliação ainda estão sendo discutidas e implementadas. O momento, portanto, é propício à sugestão de metodologias que possam auxiliar este processo.

O processo de avaliação da CAPES está basicamente dividido em três critérios: a divisão dos programas em áreas do conhecimento, os quesitos e itens de avaliação e os atributos da avaliação. A divisão dos programas em áreas do conhecimento, no caso das engenharias, foram agrupadas da seguinte forma para o ano base de 1998:

Engenharia I – Civil, estruturas, geotécnica, hidráulica, sanitária e transportes.

Engenharia II – Química, materiais, metalúrgica, minas e nuclear.

Engenharia III – Mecânica, produção, naval e oceânica, aeroespacial, planejamento energético, tecnologia e metrologia.

Engenharia IV – Elétrica e biomédica

Os quesitos a serem avaliados são sete e correspondem a todas as áreas de engenharia citadas (proposta do programa, corpo docente, atividades de pesquisa, atividade de formação, corpo discente, teses e dissertações e produção intelectual). Cada quesito contém quatro itens de avaliação, sendo que cada área pode acrescentar até mais dois itens (específicos da área). Os atributos são: muito bom, bom, regular, fraco e deficiente. Para cada área de engenharia, uma tabela é gerada de acordo com os valores que se considera compatível com esses atributos áreas (ver tabela 1).

Por exemplo, na engenharia III no quesito produção intelectual existe o item “produção dos tipos de produção à proposta do programa e vínculo com as áreas de concentração, linhas e projetos de pesquisa ou teses e dissertações”. Se for acima de 80% obtém-se o muito bom (MB), entre 60 e 80% é bom (B), entre 40 e 60% é

regular (R) e assim por diante. Então, para cada item existe um valor correspondente. Existe também uma ponderação de pesos (específicos para cada área) aos itens dentro de cada quesito e aos quesitos dentro da avaliação global. A partir daí os atributos taxados a cada programa são transformados em equivalências numéricas: MB=10; B=8; R=6; F=4; D=2. Onde se calcula uma média através da expressão $m = [\sum (\text{peso do item} \times \text{equivalência})] / 100$. Se a média for acima de 9,0 equivale ao grau (5). Se cair entre 9,0 e 7,5 equivale ao grau (4), entre 7,5 e 5,0 = (3), entre 5,0 e 3,5 (2), e se for menor que 3,5 = (1). Portanto a escala que representa o nível dos programas varia de 1 a 7 em ordem crescente, sendo que o grau 6 e 7 são atribuídos à aqueles com visível destaque dos demais.

Ressalta-se que a comissão de avaliação tem total autonomia para alterar um grau de determinado programa independente do resultado obtido pelo processo.

1.1 – Avaliação e critério.

Há hoje um princípio geral e dominante de que as organizações devem ter unidade de comando, evitar redundância de meios para o mesmo fim, projetar cenários para diversificar alternativas de análise, e fazer escolhas baseadas em critério de racionalidade, visando uma correta tomada de decisão.

O critério de racionalidade em foco é o da racionalidade econômica, bem adequado quando o objetivo é conhecido e procura-se a maximização de resultados com o mínimo de esforço e recursos. Entretanto, a definição de mínimo esforço e recursos torna-se nebulosa quando o objetivo é a busca do conhecimento. A questão da racionalidade está, então, no centro da polêmica e, mesmo, antecedendo-a. Pois os critérios de avaliação vão variar segundo tal ou qual objetivo que orienta a estrutura da organização.

Ninguém discutirá a necessidade de que uma organização ou instituição deva ser avaliada. Mesmo porque trata-se da necessidade de verificar em que medida os resultados estão sendo alcançados como almejado. O planejamento fica então responsável por definir de que racionalidade se trata.

No caso de instituições universitárias – estatais ou privadas, com ou sem fins lucrativos - em princípio comprometidas com a elevação geral do nível do conhecimento, não só através do ensino pela disseminação do que já é conhecido, mas sobretudo através da pesquisa pela busca do desconhecido. O planejamento não pode ficar limitado a uma racionalidade puramente econômica, visto que ainda não seriam claros os recursos que seriam necessários diante do desconhecido. De modo que

PROGRAMAS	ITENS DE AVALIAÇÃO					Aval. CAPES	No. de alunos
	(1) Artigos	(2) Trabalhos	(3) Teses de Mestrado	(4) Teses de Doutorado	(5) Genérico 25% Artigos		
Eng-Mec UNESP/IS	100	100	100		100	3	6
Eng-Mec UFPB/C.G.	100	100	15,09		100	3	26
Eng-Mec UFRJ	100	100	100	100	100	6	132
Eng-Mec PUC/MG	100	100	100		100	3	20
Eng-Mec UNICAMP	100	100	100	100	100	6	61
Eng-Mec UFF	76,67	100	72,22		100	3	31
Eng-Mec UFRGS	67,02	38,92	31,11	26,38	68,08	5	156
Eng-Mec USP	66,33	99,91	63,2	100	100	6	187
Eng-Mec UFMG	66,25	53,47	51,51		80,04	4	83
Eng-Mec USP/SC	61,59	35,66	87,2	98,84	92,52	5	159
Eng-Mec UFPE	54,85	100	9,3		100	3	25
Eng-Mec UFSC	54,4	95,65	100	91,39	100	6	276
Eng-Mec UNESP/GUAR	49,09	77,05	74,15	14,96	83,65	3	94
Eng-Mec EFEI	48,95	66,67	58,9	100	79,59	4	57
Eng-Mec PUC/RJ	46,7	61,9	59,45	58,95	77,61	6	87
Eng-Mec UNB	45,71	32,1	68,25		81,99	4	42
Eng-Mec UFPB/J.P.	35,22	100	63,9		98,14	4	36
Eng-Mec UFES	34,28	58,91	21,91		57,14	3	23
Eng-Mec UFPA	25,28	56,08	100		89,59	3	28
Eng-Mec UFRN	13,05	51,18	56,74		45,73	3	67
Eng-Mec UFU	0	100	68,46	20,7	0,02	5	104
Eng-Prod UFMG	100	0,03	100		100	3	54
Eng-Prod UFPE	100	73,63	0,02		100	3	20
Eng-Prod PUC/RJ	100	22,68	100	88,18	100	5	109
Eng-Prod UFSCAR	100	64,81	42,09		100	5	97
Eng-Prod UFRJ	35,09	27,46	100	100	100	5	824
Eng-Prod UFF	34,78	31,48	23,73		53,33	3	179
Eng-Prod UFSM	10,81	13,39	65,63		36,57	3	109
Eng-Prod USP	58,04	33,99	53,26	75,03	81,82	5	263
Eng-Prod UFPB/J.P.	0,01	69,76	49,6		0,05	4	67
Eng-Prod USP/SC	65,71	64,68	80,57		100	5	66
Eng-Prod EFEI	60,01	30,07	42,36		100	4	65
Eng-Prod UFSC	100	100	100	93,55	100	5	1332
Eng-Prod UNIMEP	69,57	100	40,62		100	3	88
Eng-Prod UFRGS	66,67	52,08	47,38		88,48	5	83
Eng-Oceã FURG	48,98	24,89	42,63		70,99	3	33
Eng-Oceã UFRJ	7,92	45,59	65,71	38,97	25,17	4	114
Eng-Oceã USP	0,01	53,48	32,6	29,53	0,03	4	77
Eng-Aero INPE	51,95	31,99	44,54	17,59	57,03	5	38
Eng-Aero ITA	37,27	33,51	64,39		80,06	4	159

a avaliação dos resultados não poderia cingir-se a critérios meramente quantitativos, como se a realidade universitária fosse uma relação de insumos e produtos.

A objetividade trazida à vista pelas comparações quantitativas não é razão suficiente para conferir à avaliação um critério de isenção e neutralidade. Haveria aí

uma dupla parcialidade: porque seria constitutivamente apenas uma parte da avaliação, e porque seria eticamente enviesada quanto aos seus propósitos. Afinal, neste caso, haveria uma hipertrofia dos valores formais e finalísticos sobre os valores substantivos e processuais que dão conteúdo e sentido adequado às instituições universitárias.

1.2 – Avaliação: situação e polêmica

É neste contexto, portanto, de uma ampla e controvertida polêmica, que vem à tona a questão. Por um lado o conhecimento transcende a esfera universitária – mais por sua conquista do que pela sua reprodução – já que conhecimento diz respeito à soberania e poder nacional e, por conseguinte, interessa a toda a sociedade. Por outro lado a avaliação institucional é uma prática relativamente nova no mundo (DIAS SOBRINHO, 1999:61). Este autor acrescenta que, inclusive “por não ser consequentemente uma área de conhecimento e de ações práticas consolidada, é um campo de contendas e em intensa disputa.” (ibidem).

Se, por motivos econômicos, o governo de qualquer país, representando a sociedade nacional, entende que deve se abster ou reduzir o seu papel no financiamento do ensino e pesquisa em âmbito universitário, mesmo sem desconhecer a importância desse investimento, o que ocorre é a busca de fontes privadas para levá-lo adiante. Portanto, se o poder econômico for o determinante das regras que definem o papel da universidade, esta terá uma concepção conforme necessidades de quem detém esse poder. No outro caso, em que a determinação for a de afirmar autonomia para atender a objetivos e necessidades da sociedade, a concepção será diversa.

Em âmbito internacional distinguem-se nitidamente as duas concepções. De um lado as agências internacionais de crédito, tais como o Banco Mundial e suas recomendações de ajuste macroeconômico como condicionantes para a concessão de financiamentos multilaterais aos países necessitados de recursos para projetos de desenvolvimento. De outro lado a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - UNESCO), por sinal como o próprio nome diz, um organismo especificamente voltado para a educação, a ciência e a cultura, em sua preocupação com o desenvolvimento autônomo dos povos.

Nessas questões críticas, a UNESCO e o Banco Mundial, estão geralmente em campos opostos (TRINDADE, 1999:32). Com efeito, se a universidade atender satisfatoriamente a todas as demandas, muitas vezes incoerentes e até mesmo contraditórias, de grupos populacionais também pouco organizados, as universidades passam por instituições socialmente ineficazes e que, portanto, não deveriam ser mantidas com recursos públicos, sempre que avaliadas unicamente pelos critérios e códigos do mercado (DIAS SOBRINHO, 1999:152). Ou seja, as universidades públicas são vistas como um problema para a sociedade, muito mais que como instituições aptas a oferecerem soluções qua-

lificadas para muitos dos desafios do mundo contemporâneo (ibidem). Segundo DIAS SOBRINHO (1999:153), no documento “A Educação Superior: lições da experiência”, de 1993, o Banco Mundial faz uma dura avaliação das universidades públicas do Terceiro Mundo, sempre do ponto de vista da eficiência. Por esse critério, as universidades seriam ineficientes e dispendiosas e não estariam promovendo a equidade social. O retorno para a sociedade seria muito baixo, comparado com os investimentos. Portanto, sugere o Banco Mundial, os governos devem restringir os gastos públicos com o ensino superior e aumentar os investimentos na educação básica, a qual ofereceria maior taxa de retorno (ibidem).

Por outro lado a UNESCO, cujo conteúdo, diz DIAS SOBRINHO (1999:155), é positivo e dinâmico destaca o papel ativo e político do ensino superior no sentido do desenvolvimento e das transformações sociais.

Como afirma DIAS SOBRINHO (ibidem), ambas as propostas, a do Banco Mundial e a da UNESCO, reclamam a necessidade da avaliação. Mas à pergunta feita pelo autor, se seria a mesma avaliação, ele próprio responde logicamente que não, sustentando que:

“Se é verdade que as avaliações emergem em condições objetivas e desempenham funções determinadas dentro de um sistema de valores, elas teriam características opostas caso estivessem sustentadas na visão do Banco Mundial ou na perspectiva da UNESCO. Teriam também papel de reforço a concepções muito distintas entre si.” (DIAS SOBRINHO, 1999:158).

Pode ser que, com a proposição, aqui, de um método quantitativo para aperfeiçoar a avaliação da CAPES, esteja-se contribuindo com água ao moinho da derrocada das instituições de ensino superior nacionais. Todavia, isto vai depender menos do método em si e muito mais da apropriação e dos critérios finalísticos que venham a ocorrer com a incorporação do método. Isto porque, antecipando um pouco o que se vai ver adiante, o método quantifica e apresenta as fronteiras das melhores práticas institucionais, mas não pretende determinar com isso um constrangimento para as demais instituições. Pelo contrário, a fronteira enseja oportunidade de mais pesquisas, inclusive – ou sobretudo – por métodos qualitativos - para uma compreensão satisfatória das posições relativas assumidas pelas unidades institucionais abaixo (ou mesmo integrantes) da fronteira que determina as melhores relações entre as variáveis em discussão.

Se a discussão sobre o significado e a manipulação dessas variáveis recai inevitavelmente sobre o papel que a CAPES desempenha, em alinhamento com a for-

mulação do Banco Mundial para as instituições de pesquisa e ensino superior, não é que a discussão deva ser evitada. A questão é que o fato remete à implementação de uma política de governo.

2. A ferramenta de análise (DEA).

O DEA hoje tem tido sua aplicação nos mais variados setores: em economia (LOVELL, 1995), educação (MOITA, 1995; KAO, 1994, SARRICO, 1997, etc), eleições (GREEN et al, 1996), e outros. Contudo, foi introduzido em consequência da tese de doutoramento de Edward Rhodes, que foi supervisionado por W. W. Cooper na Carnegie Mellon University's School of Urban and Public Affairs, onde desenvolvia-se um programa de acompanhamento em escolas públicas para alunos em desvantagem (principalmente negros e hispânicos) (CHARNES et al., 1996). Este método foi usado nos distritos escolares que estavam participando do programa em comparação com os que não estavam, para avaliar a eficiência do programa de acompanhamento. Usaram dados de saída (*outputs*), tais como “aumento da auto-estima em crianças carentes” (medidos por testes psico-

lógicos) e dados de entrada (*inputs*), tais como “tempo gasto pelos pais no acompanhamento de leitura com os filhos”.

Este desafio de estimar a eficiência técnica das escolas, usando múltiplos *inputs* e *outputs* resultou na formulação da proporção CCR (Charnes, Cooper e Rhodes) ou de Retorno Constante de Escala (Constant Return to Scale – CRS), que posteriormente foi publicado em 1978 como a primeira apresentação oficial de DEA.

2.1 – Conceito.

O conceito parte da tomada de uma série de informações (dados quantitativos que alimentam as variáveis) sobre uma população a ser observada otimizando cada observação individualmente com o objetivo de calcular uma fronteira de eficiência determinada pelo universo de unidades que estão sendo comparadas entre si. Esta fronteira é identificada por aquelas unidades que mantêm as melhores relações entre as variáveis de entrada (*inputs*) e saída (*outputs*). Estas são então reconhecidas como as melhores práticas (ver figura 1).

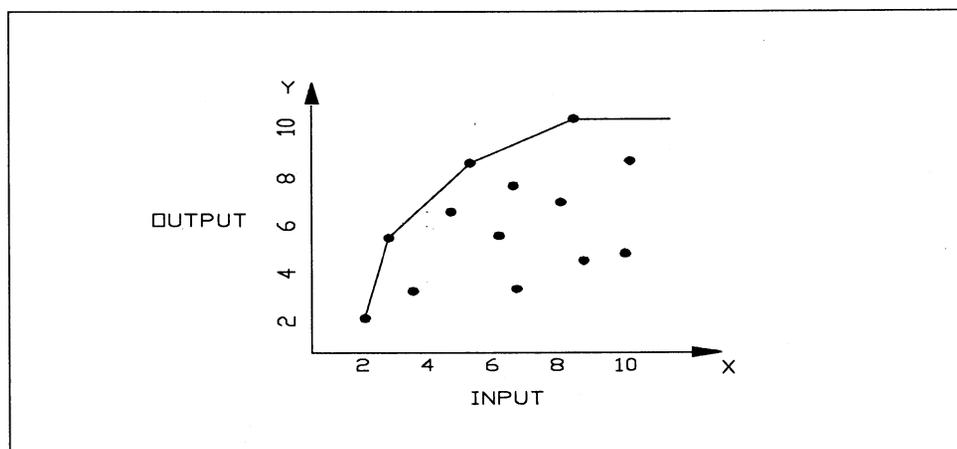


Figura 1 – Fronteira da eficiência gerada pelo DEA

Para cada unidade ineficiente (aquelas que estão abaixo da fronteira), DEA identifica as fontes e o nível de ineficiência para cada um dos *inputs* e *outputs*. O nível de ineficiência é determinado pela comparação de uma única unidade de referência, ou pela combinação convexa de outras unidades de referência localizadas na fronteira da eficiência que se utilizam do mesmo nível de “*inputs*” e produzem o mesmo ou maior nível de “*outputs*”. Isto é alcançado pela requisição de soluções para satisfazer forças de desigualdade que possam aumentar alguns *outputs* (ou diminuir alguns *inputs*) sem piorar os outros *inputs* ou *outputs*. O cálculo de poten-

cial de melhoramento para cada unidade ineficiente não necessariamente corresponde ao desempenho observado de qualquer unidade existente, maquiando a fronteira de produção ou em uma determinada projeção de uma unidade ineficiente na fronteira eficiente. Os melhoramentos calculados (em cada um dos *inputs* e *outputs*) para as unidades ineficientes são indicativos de potenciais de melhoramento capazes de se obter devido às projeções serem baseadas na já revelada melhor prática de desempenho de unidades comparáveis entre si que estão localizadas na fronteira da eficiência. (CHARNES et al).

1.1 – Características.

- Produz uma medição agregada para cada unidade
- Pode-se usar simultaneamente múltiplos *inputs* e *outputs*
- Pode-se incorporar variáveis simuladas
- As variáveis são isentas de valor
- Produz estimativas específicas para o melhoramento das unidades ineficientes
- Pode-se agregar pesos as variáveis

Uma importante restrição ao uso do DEA é que o número de unidades observadas deve ser pelo menos igual

ao triplo do número de variáveis selecionadas ao estudo (CHARNES et al, 1996).

2.3 - Modelos DEA.

2.3.1 – Modelo CCR ou CRS

O modelo CCR (1978), que tem como origem de seu nome as iniciais de seus criadores (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978) ou CRS, é conhecido por ser um modelo linearmente proporcional, ou seja: para um incremento de *inputs*, teremos um incremento proporcional de *outputs* (fig. 2).

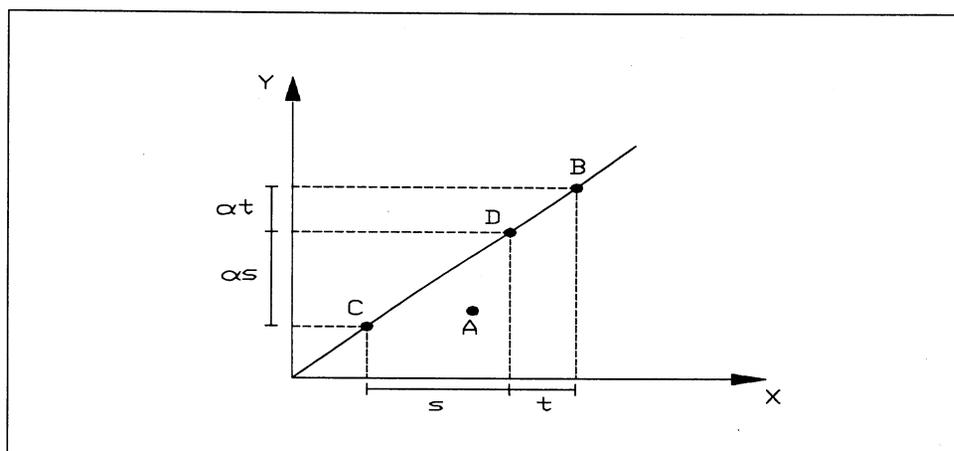


Figura 2 - Proporcionalidade linear do modelo CCR

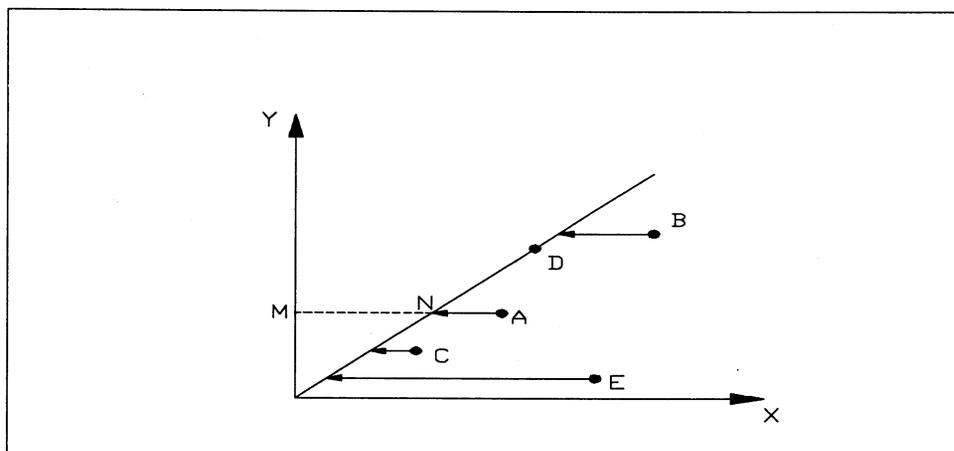


Figura 3 - Modelo CRS pela orientação *input*

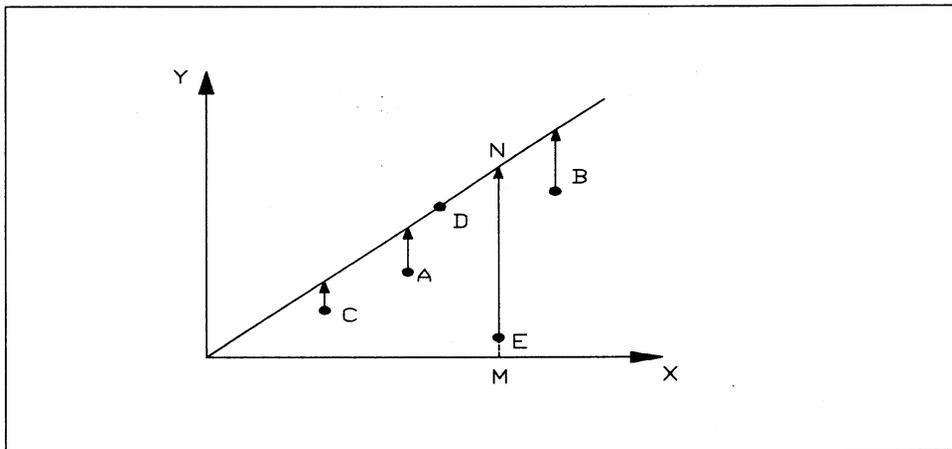


Figura 4 – Modelo CRS orientação *output*

2.3.2 – O modelo de Retorno Variável de Escala (VRS)

O modelo DEA utilizado foi o de Retorno Variável de Escala (*Variable Return to Scale – VRS*) ou BCC (Banker et al.,...). Este modelo se caracteriza por ser não linear, ou seja, ao incrementar uma variável, não se deseja um incremento proporcional em outra. Por vezes se quer um aumento de *outputs* sem alterar o nível dos

inputs, ou, inversamente manter o nível de *outputs* diminuindo *inputs*.

Isto vai depender da orientação que se vai dar ao modelo, se é pela ótica do *input* (minimização dos *inputs*) ou pela ótica do *output* (maximização dos *outputs*).

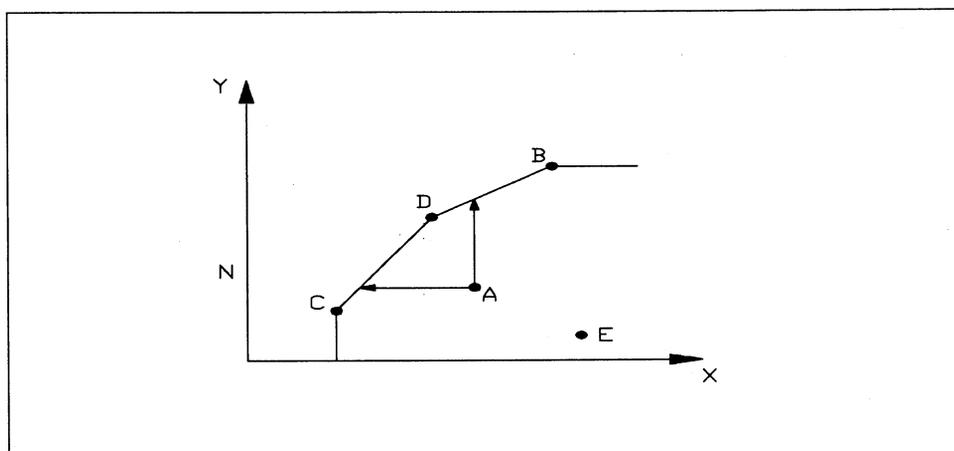


Figura 5 - Projeções da orientação *input* e *output* na fronteira VRS

3. Aplicação nos programas – Estudo de caso

As informações fornecidas pelo DEA podem ser úteis aos avaliadores da CAPES visto que, muitas vezes, certos programas avaliados, caem em uma faixa de

transição. Por exemplo, na escala de 1 a 7, que a CAPES faz corresponder a sete graus de qualidade em ordem crescente, um programa pode cair entre um 3 e 4, 4

e 5 e assim por diante. O DEA pode, então, através da simples observação dos índices de desempenho, auxiliar nesta decisão.

Da mesma forma, pode-se auxiliar os coordenadores dos programas através dos indicadores gerados pela ferramenta.

Os cursos de pós-graduação em engenharia, segundo os critérios da avaliação CAPES, anteriormente descritos, estão divididos em quatro grandes áreas: engenharia I, II, III e IV.

As avaliações foram feitas em torno de todo o universo das engenharias (138 programas), outras avaliações em torno das engenharias III (40 programas) e, por último, em torno das engenharias de produção (14 programas). Os dois últimos grupos caracterizaram o foco da pesquisa. As engenharias de produção da UFRJ e USP foram tomadas como exemplo (dentro do universo total de engenharias) para apresentar as possibilidades de avaliação que são proporcionadas pela ferramenta. Com ela podem ser identificadas as referências da fronteira apontadas como as melhores práticas para estes programas, identifica-se também as indicações de potenciais de melhoramento (sugestões para aumentar ou diminuir *inputs* e *outputs*), os programas mais vezes referenciados na fronteira (benchmarks), a contribuição que cada unidade apontada como referência teve para a formulação das metas sugeridas e a contribuição que cada variável teve na formulação do resultado para estes programas.

Em relação à avaliação CAPES, foram montadas tabelas onde os resultados DEA foram comparados ao grau CAPES. Essas tabelas continham a listagem dos programas, os resultados DEA, o grau CAPES e o número de alunos de cada programa. Com isto, investigou-se em que medida os resultados DEA e a avaliação CAPES foram compatíveis ou não (ver tabela 2 e 3). Para se chegar a esses resultados foram gerados diversos modelos, onde manipulou-se variáveis e ponderações de pesos. Para isto os modelos foram agrupados em 2 categorias: os modelos genéricos e os modelos por itens de produção. Os modelos genéricos são aqueles onde observou-se rodadas utilizando todas as variáveis.

inputs

- Número de alunos existentes no mestrado
- Número de alunos existentes no doutorado
- Número de professores com tempo integral no Núcleo de Referência de Docentes 6 (NRD 6)
- Número de professores com tempo parcial (nos demais NRDs)

outputs

- Número de titulações do ano base no mestrado
- Número de titulações do ano base no doutorado
- Número de artigos completos em periódicos
- Número de trabalhos completos em anais

Os modelos por itens de produção foram aplicados de acordo com a produção de um único *output*. Este foi um artifício que possibilitou identificar as tendências de cada programa e também a diminuir o número de variáveis para a observação das rodadas nos universos da engenharia III e da engenharia de produção visto que há uma limitação entre o número de unidades observadas e o número de variáveis selecionadas. Apesar disso, o modelo genérico com peso de 25% em *Número de artigos completos em periódicos* foi utilizado em todos os universos. Este peso nesta variável, configurou-se como o mais adequado ao estudo.

4. Resultados

2.1.1 – Engenharia III

MODELO 1: (Modelo para a produção de artigos)

Variáveis:

inputs

- Número de alunos existentes no mestrado
- Número de alunos existentes no doutorado
- Número de professores com tempo integral (NRD 6)
- Número de professores com tempo parcial (demais NRDs)

outputs

- Número de artigos completos em periódicos

MODELO 2: (Modelo para a produção de trabalhos)

Variáveis:

inputs

- Número de alunos existentes no mestrado
- Número de alunos existentes no doutorado
- Número de professores com tempo integral (NRD 6)
- Número de professores com tempo parcial (demais NRDs)

outputs

- Número de trabalhos completos em anais

MODELO 3: (Modelo para a produção de teses de mestrado)

Variáveis:

inputs

- Número de alunos existentes no mestrado
- Número de professores com tempo integral (NRD 6)

outputs

- Número de titulações do ano base no mestrado

MODELO 4: (Modelo para a produção de teses de doutorado)

inputs

- Número de alunos existentes no doutorado
- Número de professores com tempo integral (NRD 6)

outputs

- Número de titulações do ano base no doutorado

MODELO 5: (Modelo genérico)

inputs

- Número de alunos existentes no mestrado
- Número de alunos existentes no doutorado
- Número de professores com tempo integral (NRD 6)
- Número de professores com tempo parcial (demais NRDs)

outputs

- Número de titulações do ano base no mestrado
- Número de titulações do ano base no doutorado
- Número de artigos completos em periódicos (25%)
- Número de trabalhos completos em anais

4.1.2 – Engenharia de Produção

MODELO 6: (Modelo para produção de artigos)

inputs

- Número de alunos existentes no mestrado
- Número de alunos existentes no doutorado
- Número de professores com tempo integral (NRD 6)

outputs

- Número de artigos completos em periódicos

MODELO 7: (Modelo para produção de trabalhos)

inputs

- Número de alunos existentes no mestrado
- Número de alunos existentes no doutorado
- Número de professores com tempo integral (NRD 6)

outputs

- Número de trabalho completos em anais

MODELO 8: (Modelo para produção de teses de mestrado)

inputs

- Número de alunos existentes no mestrado
- Número de professores com tempo integral (NRD 6)

outputs

- Número de titulações no ano base no mestrado

5. Discussão

Foram abordadas oito variáveis, que multiplicado por três é igual a vinte e quatro. Este valor é, portanto, conforme mencionado anteriormente, o número mínimo de unidades recomendado à serem observadas.

O estudo foi então dividido em duas classificações de modelos: Os modelos genéricos e os modelos por itens de produção. Os modelos genéricos são os modelos onde foram contempladas as oito variáveis na mesma rodada de cálculo. Foi acrescentado a este modelo o peso de 25% em artigos em periódicos, pois o item produção intelectual correspondeu a 30% da avaliação global da CAPES para a engenharia III. Os modelos por itens de produção foi um artifício utilizado para que os programas de engenharia de produção (14 programas) pudessem ser observados em separado. Ou seja, utilizou-se os *inputs* necessários para a produção de um único *output*. Gerou-se uma rodada para cada *output* separadamente. Por exemplo: Os *inputs*, número de alunos existentes no mestrado, número de alunos existentes no doutorado e número de professores em tempo integral para a produção de artigos em periódicos. Esses modelos chamados por itens de produção também foram utilizados no universo da engenharia III. Istoaju-

Tabela 2 – Análise da eficiência dos programas entre o universo da Engenharia III em relação

pouco “quorum” junto a “similares”, formando a necessidade das áreas entre as engenharias. Os parâmetros de similaridade para agrupar os cursos dentro das áreas, entretanto, ainda são uma questão em aberto, pois questiona-se a maneira como se apresenta esta divisão atualmente.

No trabalho de (BREU e RAAB, 1994) estudou-se eficiência vs. qualidade percebida. Trabalhou-se esta questão fazendo-se um cruzamento de um *ranking* de qualidade percebida estabelecido entre as principais escolas norte-americanas em contraposição a uma avaliação DEA sobre satisfação dos alunos. Percebeu-se que havia uma relação inversa entre o *ranking* de qualidade das escolas divulgado à população e a satisfação dos alunos de cada escola. Concluiu-se portanto, que se deveria investir menos em qualidade percebida e mais em satisfação dos alunos. Considera-se este estudo bastante interessante para constituir-se em meta a nível nacional. Pois se a avaliação das instituições de ensino sugere que algumas questões são arbitradas, como é o caso da ponderação de pesos a quesitos e itens de avaliação, por que não avaliar a satisfação dos alunos entre os programas? Com isto, poder-se-ia comparar o resultado desta pesquisa com os resultados da avaliação CAPES. Havendo discordância, talvez fosse o caso de se estudarem outras opções de ponderação ou até mesmo de novos itens de avaliação e/ou exclusão outros.

Portanto, O DEA é uma ferramenta de grande utilidade para determinação de eficiências se for bem direcionada e interpretada, permitindo um aprendizado com as unidades que estão dentro e fora da fronteira da eficiência.

Permite-nos também uma avaliação sobre cada unidade independente proporcionando índices de eficiência, potenciais para melhoramento e referências de unidades similares que estão na fronteira.

De acordo com a amostra, observa-se, que há um desequilíbrio entre os universos de análise. Fica demonstrado que um programa eficiente em um universo redu-

zido pode cair brutalmente em um universo maior. Pois as variáveis que tornam determinado programa eficiente no universo com poucas unidades, entram em uma relação *input/output* de desvantagem quando comparadas a outras relações *input/output* dessas mesmas variáveis que são mais favoráveis a outros programas em um universo maior.

A análise mostra também que a engenharia de produção da USP, UFRJ e UFSC são programas de maior porte que os demais. Recomenda-se olhar com cuidado as relações lineares desses programas visto que eles têm proporções diferentes dos demais.

Outra observação deve ser feita quanto à engenharia de produção da UFMG, que claramente não forneceu dados confiáveis, segundo o relatório de indicadores CAPES. Seus dados quanto a professores em tempo integral, número de titulações e artigos publicados não são reais e foram determinantes para sua eficiência.

Sugere-se, então, que, para os programas de engenharia de produção, seja feito um esforço a fim de manter ou melhorar sua posição relativa dentro de sua área de avaliação, no caso tendo como referência de comparação a área da Engenharia III.

Como o critério de pesos e itens de avaliação para outras áreas pode variar, recomenda-se a avaliação DEA entre as áreas de avaliação da CAPES para aferição do desempenho dos programas dentro da sua área específica, tornando-se irrelevante a questão da polêmica sobre esta divisão, questão essa que deve ser amplamente discutida e assimilada pela comunidade científica. Apesar dessas considerações, não deixa de ser interessante a visualização do desempenho dos cursos de engenharia neste universo mais amplo das engenharias.

Este artigo buscou mostrar o potencial do DEA como ferramenta auxiliar de análise. A base de dados utilizada, embora oficial, ainda apresenta muitas falhas. Desta forma, o resultado das análises devem ser vistos mais como indicação do potencial da análise do que como real posicionamento dos programas de pós-graduação.

Referências Bibliográficas:

ARCELUS, F. et. al., 1997, “An efficiency review of university departments”, *International Journal of Systems Science*, v.28, n. 7, pp. 721-729.

BREU, T. et al., 1994, “Efficiency and Perceived Quality of the Nation’s “Top 25” National Universities and National Liberal Arts Colleges: An Application of Data Envelopment Analysis to Higher Education”, *Revista Socio-Econ. Plann*, v. 28. n. 1, pp. 33-45.

CHARNES, A. , 1996, *Data Envelopment Analysis. Teoria, metodologia e aplicações*, Massachusetts, Kluwer Academic Publishers.

COLBERT, A. , 2000, et al. “Determining the relative efficiency of MBA programs using DEA” *European Journal of Operation Research*, v. 125, pp.656-669.

- DIAS SOBRINHO, J., 1999, "Avaliação e Privatização do ensino superior", in TRINDADE, H. (org.), *Universidade em Ruínas na República dos Professores*, Editora Vozes, Petrópolis.
- DIAS SOBRINHO, J., 1999, "Concepções de universidade e de avaliação institucional", in TRINDADE, H. (org.), *Universidade em Ruínas na República dos Professores*, Editora Vozes, Petrópolis.
- FARRELL, M. J., 1953, "The measurement of Productive Efficiency", *Journal of Royal Statistical Society, Series A*, v. 120, n. 3, pp. 253-290.
- Frontier Analyst, 1998, [software], Banxia Software. Demo disponível: <http://www.banxia.com>
- Fundação CAPES, 1998, Fundação Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior [online], Brasília. Disponível: <http://www.capes.gov.br>.
- GIL, Carlos A. ., 1988, *Como elaborar projetos de pesquisa*, São Paulo, ed. Atlas S.A.
- GREEN, R. et al. , 1996, "Preference Voting and Project Ranking using DEA and Cross-Evaluation", *European Journal of Operational Research*, vol. 90, pp. 461-472.
- JOHNES, G. et al. , 1992, "Apples and Oranges: the Aggregation Problem in Publications Analysis", *Revisita Scientometrics*, vol. 25. n. 2, pp. 353-365.
- KAO, C. , 1994, "Evaluation of Junior Colleges of Technology: The Taiwan Case", *European Journal of Operation Research*, v. 72, pp. 43-51.
- KOOPMANS, T. C., 1951, "Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities". In: T.C. Koopmans (ed). *Activity Analysis of production and allocation*, 1 ed., New York, Wiley.
- LEWIN, A. Y., SEIFORD, L. M., 1998, "Extending the Frontiers of Data Envelopment Analysis", *Annals of Operations Research*, vol. 73, pp. 1-11.
- LAPA, Santos J. "Eficiência Produtiva nas Universidades Federais: o que Indicam os Indicadores Gerenciais do MEC?", Florianópolis, Santa Catarina, n/p.
- LINS, Estellita M. et al. , 2000, *Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no Ambiente de Apoio à Decisão*, Rio de Janeiro, Ed. da COPPE/UFRJ.
- LOVELL, C. , 1995 "Measuring the Macroeconomic Performance of the Taiwanese Economy", *International Journal of Production Economics*, vol. 39, pp. 165-178.
- MEZA, A. L. , 1998, *Data Envelopment Analysis (DEA) na determinação da eficiência dos programas de pós-graduação da COPPE/UFRJ*, Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Moita, M. H. V., 1995, *Medindo a Eficiência Relativa de Escolas Municipais da Cidade do Rio Grande do Sul - RS usando a abordagem DEA (Data Envelopment Analysis)*, Tese de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, SC, Brasil..
- OLIVEIRA, P. et al. , 1997, "A DEA Framework for the Assessment and Utilization of University research and development", Lisboa, presented at the Joint International Meeting of EURO and INFORMS, pp 14-17, Barcelona, Spain.
- QUASSIM, R. et al. "Application of Data Envelopment Analysis (DEA) to the performance evaluation of mechanical engineering departments in Brazil", Rio de Janeiro, Brasil. Documento interno do PEM/Programa de Engenharia Mecânica n/p.
- SANT'ANNA, A., 1999, "Modelagem da Produtividade e Gestão da Qualidade Acadêmica" *Revista Produção*, v. 9, n. 1, pp. 5-12.
- SARRICO, C. et. al., 1995 "Data Envelopment Analysis and University Selection", *Journal of the Operational Research Society*, v. 48, n. 12, pp. 1163-1177.
- SILVA, M. M. , 2001, *Um Estudo da Eficiência dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia no Brasil*, Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- TRINDADE, H. et al. , 1999, *Universidade em ruínas - na república dos professores*, Rio de Janeiro, Ed. Vozes.
- TUBINO, José Gomes M. , 1997, *Universidade, qualidade e avaliação*, Rio de Janeiro, Qualitymark/Dunya Ed.

Apêndice:

1. Legenda dos Programas

Eng-Mec – Engenharia Mecânica
Eng-Prod – Engenharia de Produção
Eng-Oceã – Engenharia Oceânica
Eng-Aero – Engenharia Aeroespacial

2. Legenda das Universidades

UNESP/IS – Universidade Estadual Paulista
UFPB/CG – Universidade Federal da Paraíba em
Campina Grande
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
PUC/MG – Pontifícia Universidade Católica de Minas
Gerais
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas
UFF – Universidade Federal Fluminense
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
USP – Universidade de São Paulo
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

USP/SC – Universidade de São Paulo em São Carlos
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UNESP/GUAR – Universidade Estadual Paulista em
Guarulhos
EFEI – Universidade Federal de Engenharia de Itajubá
UFPB/JP – Universidade Federal da Paraíba em João
Pessoa
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo
UFPA – Universidade Federal do Pará
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFU – Universidade Federal de Uberlândia
PUC/RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de
Janeiro
UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos
UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba
FURG – Universidade Federal do Rio Grande
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica