

Análise envoltória de dados (DEA) como recurso de avaliação em cursos de Ciências Agrárias

Data envelopment analysis (DEA) as a contribution to the teaching of agricultural sciences

Omar Jorge Sabbag*, Harryson Júnio Lessa Gonçalves e Deise Aparecida Peralta

Recebido em 27/01/2015 / Aceito para publicação em 07/05/2015.

RESUMO

Este trabalho aborda a importância da disciplina de Eficiência Agropecuária e Planejamento para os cursos de Ciências Agrárias, com alguns conceitos básicos sobre análise DEA (*data envelopment analysis*). Objetivou avaliar a eficiência relativa das notas, coeficiente de rendimento e faltas dos alunos que cursaram a disciplina, por meio da análise DEA, junto à UNESP – Ilha Solteira, Brasil. Metodologicamente, foram escolhidos o modelo BCC e a orientação *output*, de forma a considerar a maximização de notas e coeficiente de relação (*outputs*), dada as faltas registradas (*input*), para 27 alunos. Observou-se uma redução em 27,14% da média geral entre os alunos, comparativamente à classe de melhor eficiência, concomitantemente ao coeficiente de rendimento, em 9,84%; e que as diferenças entre alvos e dados atuais de registro demonstram a relação que as variáveis possam tornar eficientes, representando os *outputs* ideais. Conclui-se que a análise DEA demonstrou ser uma importante ferramenta para avaliar a disciplina, servindo como referência aos docentes para estabelecer metas que incentivem a possuírem um melhor padrão de desempenho acadêmico, extensivo também para outras disciplinas.

PALAVRAS-CHAVE: ensino, avaliação, análise DEA.

ABSTRACT

This paper addresses the importance of the discipline of Agricultural Efficiency and Planning for courses in agricultural sciences, with some basic concepts about DEA analysis (*data envelopment analysis*). It aims to evaluate the relative efficiency of the notes, coefficient of performance and absences of students

taking this course, through the DEA analysis, by UNESP – Ilha Solteira, Brazil. Methodologically, the BCC model and the output orientation, in order to consider the maximization of notes and correlation coefficient (*outputs*), given the absences recorded (*input*) for each of the 27 students. It is noted that a 27.14% reduction in the overall average among students, compared to the best efficiency of the class, showed the coefficient of performance at 9.84%, and that the differences between targets and actual log data demonstrate the relationship variables that can make efficient representation of the ideal outputs. We conclude that the DEA analysis proved to be an important tool to evaluate discipline, serving as a reference for teachers to establish goals that encourage having a better standard of academic performance, extended also to other disciplines.

KEYWORDS: teaching, assessment, DEA analysis.

INTRODUÇÃO

A literatura sobre avaliação de desempenho de estudantes universitários está carente de modelos quantitativos de avaliação que contemplem múltiplos fatores envolvidos no ensino superior e considerem os princípios e as características norteadoras de uma avaliação da aprendizagem. Modelos estes que busquem não só aferição numérica, mas compreender e analisar criticamente as questões que permeiam as práticas avaliativas dentro da sala de aula, como também apontar possibilidades que, para além do uso da avaliação como aferição e classificação, punição ou mero instrumento de controle ou expressão de poder, possam contribuir para a efetivação de aprendizagens em termos dos objetivos pretendidos.

Nestes moldes, um modelo quantitativo de avaliação de desempenho se faz interessante no

Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP, Brasil.

*Autor para correspondência <sabbag@agr.feis.unesp.br>.

contexto educacional uma vez que dê visibilidade a um conjunto de indicadores que ajudem a descrever e analisar a complexidade das variáveis envolvidas quando a intenção é avaliar aprendizagem.

A metodologia de Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA) vem sendo empregada na avaliação de desempenho das escolas, universidades, entre outros (MIRANDA et al. 2010). E, diferentemente de outros modelos quantitativos, as medidas de eficiência DEA têm mostrado potencial para analisar desempenhos por possibilitar considerar diversas variáveis envolvidas em um mesmo processo produtivo.

Para MOITA (2002), DEA é uma técnica utilizada para cálculo de eficiência das ações executadas por Unidades Tomadoras de Decisão (DMU) homogêneas, que usam um mesmo conjunto de insumos (*inputs*) para gerar um mesmo conjunto de produtos (*outputs*), diferentes apenas em intensidade e magnitude. As unidades que compõem essa fronteira são ditas eficientes, enquanto que as unidades no interior dessa fronteira são ineficientes e o grau de sua ineficiência é determinado por sua distância à fronteira.

Mas o que podemos entender por eficiência e por produtividade? Neste contexto, e de forma muito geral, podemos dizer que eficiência é a capacidade de a unidade produtiva atingir a produção que tinha como meta. E essa meta tanto pode ter sido estabelecida pela própria unidade como por um agente externo. Aliás, uma pessoa pode julgar que um processo de produção é eficiente, e outra ter opinião contrária; dependendo das expectativas e objetivos de cada um. Enquanto no conceito de eficiência há a preocupação com a quantidade produzida, quando falamos em produtividade estamos interessados na razão entre o que foi produzido e as condições em que o fora. Eficiência é um conceito relativo. Compara o que foi produzido, dado os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos. Há importantes distinções na forma de avaliar a quantidade mencionada.

Os chamados métodos paramétricos supõem uma relação funcional pré-definida entre os recursos e o que foi produzido. Normalmente, usam médias para determinar o que poderia ter sido produzido. Os métodos não paramétricos, entre os quais se encontra a DEA, não fazem nenhuma suposição funcional e consideram que o máximo poderia ter sido produzido é obtido por meio da observação das unidades mais

produtivas.

Nas mais diversas áreas do conhecimento, a DEA tem sido aceita como ferramenta matemática que dá visibilidade à medida de eficiência de unidades produtivas. Para AMARAL (1999), a DEA é um método que permite avaliar a eficiência relativa das Unidades Tomadoras de Decisões – DMU's, em que cada unidade é caracterizada por um plano de operação que relaciona as quantidades de insumos consumidos e os produtos gerados.

No campo de conhecimento das Ciências Agrárias, aceita-se que a melhoria da eficiência nos sistemas de produção agropecuários pode ser obtida de diversas formas, dentre elas o manejo racional dos fatores de produção, como ração e mão de obra empregada (EUCLIDES FILHO 2000). Outro fator de destaque refere-se a que a capacidade tecnológica tem uma relação direta com o perfil da gestão, sobretudo pela ausência de mecanismos de controle gerencial, relacionados à gestão dos processos técnicos de produção, os quais podem gerar significativas perdas de eficiência e baixo retorno aos negócios (BERTON 1999).

Convém destacar que a análise de eficiência tem importância tanto para fins estratégicos (comparação entre unidades produtivas), quanto para o planejamento (avaliação dos resultados de diferentes combinações de fatores) e para a tomada de decisão (como melhorar o desempenho atual), devendo ser factível para a aplicação no meio rural, pelo uso da DEA para mensurar a eficiência relativa de unidades produtivas.

Neste sentido, seria desejável que uma abordagem acadêmica por meio de inserção de disciplina em um curso de Ciências Agrárias, na área de economia e gestão do agronegócio, contemplasse adicionalmente uma avaliação de eficiência de sistemas produtivos, considerando que a gestão não deve apenas se resumir a indicadores econômicos ou planejamento ambiental para análise.

Desde o final da década de setenta, a DEA vem sendo utilizada na avaliação da eficiência de instituições educacionais. No Brasil, os primeiros trabalhos utilizando a técnica DEA na construção de medidas de avaliação têm origem em grupo de pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e o emprego deste modelo na área educacional vem ganhando consistência com o aumento, discreto, de publicações. Porém, seu uso em sala de aula, como recurso didático, ainda é carente de estudos que

demonstrem o seu potencial para o ensino e avaliação de desempenho entre universitários.

Este estudo tem a intenção de analisar uso de alguns conceitos básicos da DEA como estratégia de ensino e avaliação na disciplina “Eficiência Agropecuária e Planejamento” para os cursos de ciências agrárias da UNESP – campus de Ilha Solteira/SP.

Desta forma, apresenta como objetivo mensurar a eficiência relativa, correspondente às notas, coeficiente de rendimento e faltas dos alunos que cursaram a disciplina, apresentando-os em linguagem clara e didática, por meio da análise DEA, de forma a mostrar a importância da metodologia para o ensino das Ciências Agrárias.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados nesta pesquisa para avaliação da eficiência dos alunos que cursaram a disciplina foram provenientes dos cursos de Agronomia e Zootecnia da UNESP – campus de Ilha Solteira, composta por 27 DMU (alunos) para análise, durante o 2º semestre de 2013.

Para a determinação da eficiência, a primeira etapa da pesquisa constituiu-se de uma análise das informações correspondentes ao insumo e produto abordados, de forma a compreendê-los em sua integralidade. Sequencialmente, foi utilizada a análise envoltória de dados, nutrindo-se de informações das etapas anteriores para o modelo de avaliação. Para que a análise tenha resultados satisfatórios, de acordo com ALI & SEIFORD (1993), é necessário que o número de DMU seja, pelo menos, duas vezes o número de insumos (*inputs* - X) e produtos (*outputs* - Y), ou seja, para um número de unidades maior que dois (X + Y), inferindo que a amostragem foi extremamente satisfatória.

Para o estabelecimento do modelo, foram necessárias duas matrizes de dados, uma contendo insumo (*input*) e outra relacionada ao produto (*output*). A matriz X de insumos, de ordem (k x n), é composta por insumos, utilizados por n alunos. Já a matriz Y de produtos, ordem (m x n) é composta por m produtos, produzidos pelos n alunos. No caso deste trabalho utilizamos uma variável correspondente às faltas (k=1), e uma relacionada com notas obtidas e coeficiente de rendimento (m=2) sendo elas:

$$X1 = N^{\circ} \text{ de faltas;}$$

$$Y1 = \text{coeficiente de rendimento (CR) (em}$$

escala de 0 a 10);

$$Y2 = \text{Notas obtidas (em escala de 0 a 10).}$$

O processo de escolha das variáveis justifica-se pela importância direta do principal insumo que supostamente possa interferir na produtividade discente, dentre os quais: faltas, obtidas ao longo da disciplina em curso; coeficiente de rendimento, tido este como a média de desempenho geral do aluno até o período da disciplina e; notas, resultantes da média final da disciplina cursada.

Foi determinada a escolha do modelo BCC (variável à escala), pelo fato de não assumir necessariamente uma proporcionalidade entre *inputs* e *output* considerado, justificado pelo fato de que nem sempre o aluno com menor número de faltas possui melhor CR ou nota. Ao obrigar que a fronteira seja convexa, o modelo BCC permite que DMU que operam com baixos valores de *inputs* tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala (MELLO et al. 2005).

Foi ainda utilizada uma orientação *output* (maximização de produto), de forma a melhorar a nota final atribuída à disciplina, mantendo constante o número de faltas obtidas até o seu limite permitido. A orientação previamente selecionada prioriza verificar se as notas obtidas justificam a quantidade de faltas dos acadêmicos.

No presente trabalho, por meio do uso da programação linear matemática, para cada DMU (aluno) obtém-se a proporção de todos os produtos em relação a todos os insumos, tal como, $u'yi / v'xi$, onde u é um vetor Mx1 de pesos de produtos (yi) e v é um vetor Kx1 de pesos dos insumos (xi). Para estimar os pesos ótimos especifica-se o problema de programação linear como:

$$\text{Max } (u'yi / v'xi), \text{ sujeito a } u'yj / v'xi \leq 1, j=1,2,\dots,N, \text{ em que } u, v \geq 0 \text{ e } v'xi > 0$$

Isto envolve obter valores para u e v, tais que, a medida de eficiência da i-ésima DMU seja maximizada, sujeita à restrição de que todas as medidas de eficiência sejam menores ou iguais a 1. Um problema com este tipo particular de proporção é que ele tem um número infinito de soluções. Para evitar isto, pode-se impor a restrição $v'xi=1$, que recorre a:

$$\begin{aligned} \text{Min } Eff_o &= \sum_{i=1}^r v_i x_{io} + v_* \\ \text{sujeito a} \\ \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} &= 1 \\ - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - v_* &\leq 0, \forall k \\ v_i, u_j &\geq 0, u_* \in \mathfrak{R} \end{aligned}$$

Em que: u_j é a importância relativa do *output* i ; v_* é o fator de escala; y_{jk} é o valor do *output* i para DMU k ; v_i é a importância relativa do *input* e x_{jk} é o valor do *input* j para DMU k . Esta forma é conhecida como a forma do multiplicador do problema de programação linear. Desta forma, pode-se chegar a um modelo dual da formulação linearizada (forma envelope) da seguinte forma, para o modelo BCC:

$$\begin{aligned} \text{Max } h_0 \\ \text{sujeito à:} \\ x_{io} &\geq \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k, \forall i, \\ h_0 y_{jo} &\leq \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k, \forall j, \\ \lambda_k &\geq 0, \forall k. \end{aligned}$$

Em que; h_0 é a medida radial de eficiência técnica; y_i é o valor do *output* i ; x_j é o valor do *input* j e λ_k é a importância da DMU k como referência para DMU 0.

Para uma DMU eficiente, os valores são iguais a zero; para uma DMU ineficiente, indica os pesos das propriedades que são *benchmarks* (GOMES 1999). As medidas de eficiência para cada DMU foram avaliadas, utilizando o software SIAD 3.0 (Sistema Integrado de Apoio à Decisão), desenvolvido por ANGULO MEZA et al. (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, os resultados da Tabela 1 mostram que o número de faltas dos alunos obteve uma média de 7, tendo um mínimo de 3 (1 dia de aula) e um máximo

de 9 (3 dias de aula), inferindo que a quantidade supostamente pode impactar na média geral das notas obtidas entre os alunos (6,1), com amplitude de 4,6 entre o melhor (8,7) e pior desempenho (4,1). Destaca-se que o desempenho dos alunos pode sofrer interferência de inúmeros fatores, dentre eles das faltas que, quando praticadas em excesso ou mesmo muito próximas da tolerância permitida, rompem com o encadeamento e sequência de ideias, conteúdos e práticas pedagógicas planejadas e ministradas pelo professor nas aulas, podendo comprometer o aprendizado. Observa-se ainda que o coeficiente de rendimento dos alunos apresente semelhança entre os padrões de média, mínimos e máximos e desvio padrão observados para a disciplina em questão.

As *proxies* de desempenho dos alunos¹ mais simples de serem calculadas são aquelas específicas de determinada tarefa, seja a nota de uma avaliação específica ou mesmo a nota de determinada disciplina. Segundo LUCKESI (2010), a nota é a mensuração proporcional aos acertos dos alunos em determinada avaliação, sendo apresentada de forma numérica ou por meio de um conceito, sendo comum o seu uso para medir o aproveitamento do estudante com finalidades investigativas, notadamente nas pesquisas realizadas. No caso da disciplina em questão as notas dão visibilidade ao desempenho dos alunos em determinada situação e/ou condição estabelecida pelo professor para aprender. Porém, tal desempenho é considerado tão somente como evidência de aprendizagem a ser considerada no processo avaliativo. Como observa BURIASCO (2000), o papel mais importante da avaliação da aprendizagem é o de auxiliar a construção da aprendizagem do aluno. Portanto, de posse de dados do desempenho dos alunos, o professor da disciplina tem elemento para orientar e/ou reorientar o processo de ensino. Inclusive o DEA tem a vantagem de expor aos alunos, de forma transparente, como funciona enquanto instrumento de avaliação. Desta forma é realçado o aspecto positivo da avaliação que passa a ser vivenciada pelo universitário como uma experiência que traz ganhos à sua formação.

A Tabela 2 mostra a distribuição dos alunos por classe de eficiência no modelo DEA-BCC (orientação

¹ Para os propósitos deste estudo, não serão tomadas as classificações propostas por CORBUCCI (2007), no tocante à avaliação do corpo docente e à instituição de ensino superior; limitando-se apenas a uma aplicação da análise DEA ao corpo discente. Porém, não se as relações que, possivelmente, existem.

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis de estudo.

Table 1. Descriptive statistics of the study variables.

Variáveis	Unidade	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Faltas (disciplina)*- II	un	6,6	2,4	3,0	9,0
Coef. Rendimento - O1	un	5,8	0,9	4,0	8,1
Notas obtidas - O2	un	6,1	1,2	4,1	8,7

* 1 encontro = 3 faltas

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 2. Distribuição dos alunos por classe de eficiência no modelo DEA-BCC (*output*).Table 2. Distribution of students per class efficiency in DEA-BCC model (*output*).

Classe de Eficiência	Nº de alunos	%	Faltas (média)	Coefficiente de Rendimento (média)	Notas (média)
0,6-0,8	12	44,4	8,0	5,5	5,1
0,8-1,0	15	55,6	5,4	6,1	7,0

Fonte: dados da pesquisa.

output). A classe mais eficiente (entre 80 e 100%) identificou 15 discentes, representando 55,6% da amostragem, apresentando uma média de 5 faltas (1 ½ aula) com nota geral de 7,0. Convém ressaltar que a maior nota obtida (8,7) encontra-se nesta classe de melhor eficiência relativa e que 40% dos alunos contidos neste intervalo obtiveram eficiência relativa igual a 100%, considerando a proporcionalidade entre insumos e produtos, servindo-se de pares de excelência ou *benchmarks* para os demais alunos.

Já para a classe entre 60 e 80% de eficiência, que apresentou bom desempenho, houve prejuízo pelo maior número de faltas atribuídas, considerando-se que houve uma redução em 27,14%, comparativamente à classe de melhor eficiência, o que coincide com uma redução menos expressiva também do coeficiente de rendimento, em 9,84%.

De maneira geral, deve-se observar que avaliações de produtividade e eficiência são muito focadas apenas na produtividade como indicador, e, segundo GOMES (2003) podem ser equivocadas, por não considerarem outros recursos para a medida de eficiência (nem sempre quem é mais produtivo é mais eficiente para uma determinada combinação de insumos e produtos). Nem sempre o aluno com maior média de notas é aquele que, de forma holística, se sai bem em qualquer situação, em qualquer contexto. E muitas vezes um aluno que consegue generalizar os conhecimentos aprendidos na disciplina para contextos aplicados, tem uma postura adequada

diante das atividades propostas, obtém sucesso em argumentações de defesas de ideais nas aulas, acaba não obtendo uma média alta de notas.

O modelo considerado para este “*case*” classificou eficientes as notas superiores a 7,0, em relação aos demais, com uma redução no número de faltas na disciplina em curso, apresentando melhor performance no resultado final. É interessante destacar que embora a média geral das notas das 27 DMU’s seja de 6,1; existe certo equilíbrio entre as classes de eficiência no que se refere à amostra, inferindo que muitos dos quais acabam cursando a disciplina para atender aos requisitos mínimos para sua aprovação, comprovado com o alto índice de faltas existente. KASAI (2000) destaca que entre os estudantes universitários a ‘busca de nota’ tem a função de se manter no curso rumo à formatura. Desta forma torna-se um desafio tornar a avaliação uma possibilidade ao estudante de exercitar a percepção e a superação de suas dificuldades, atribuindo ao processo avaliativo a necessária conotação investigativa no ensino superior.

Na Tabela 3, para explicar a diferença de desempenho entre os alunos e explicar o conceito de folga e alvo (meta), como exemplo, foram observadas três situações; a DMU 1 com 100% eficiência; a DMU 21 com 63,1% e a DMU 27 com 96,5%, considerando as diferentes possibilidades de produção decorrentes dos Inputs 1(faltas), Output 1 (coeficiente de rendimento) e Output 2 (Notas).

Os resultados mostram que a DMU 1, com

Tabela 3. Valores de folga e alvo para o conjunto de DMU avaliadas.

Table 3. Clearance and target values for the DMU evaluated.

DMU 1 (eficiência: 1,000000)				
Variável	Atual (a)	Radial (b)	Folga (c)	Alvo (d)
Input1	3	3	0	3
Output1	5,4	5,4	0	5,4
Output2	7	7	0	7
...				
DMU 21 (eficiência: 0,631503)				
Input1	9	9	2,452841	6,547159
Output1	5	7,917614	0	7,917614
Output2	4,1	6,492443	0	6,492443
...				
DMU 27 (eficiência: 0,965907)				
Input1	6	6	0	6
Output1	7	7,247077	0	7,247077
Output2	7,4	7,661195	0	7,661195

Sendo: $c=b-d$; $d=b-c$; radial = alvo (sem folga).

100% de eficiência, possui o alvo atingido (fronteira de produção), considerando-se os dados atuais de projeção; portanto, o que representa não haver nenhuma diferença em relação a maximização dos *outputs* considerados em análise em uma relação multiatributo. Um alvo demonstra a relação que as variáveis correspondentes às DMU (aluno) possam tornar eficientes por um índice de eficiência individual, neste caso representando os *outputs* ideais. De outra forma, não há necessidade de maximizar os inputs considerados, possuindo melhor desempenho multicriterial.

Já com relação a DMU 21, apresentando uma eficiência de 63,1%, observa-se que as variáveis estão relativamente distantes do objetivo a ser atingido, considerando que a folga apresentada, sobretudo para o Input 1, representando um descarte forte dos insumos, considerando-se que as folgas não são proporcionais a todas as variáveis em conjunto, conforme aponta SURCO (2004). A análise dos alvos e folgas disponibilizada serve de suporte à disciplina, para que o docente possa-se buscar formas de adequação e alcance dos objetivos necessários.

Finalmente, para a DMU 27, com 96,5%

de eficiência relativa, esta é considerada uma intermediária entre as situações anteriores, ou seja, apresenta um descarte fraco dos produtos, no qual deve ser maximizado de maneira proporcional às faltas consideradas, em aproximadamente 3,5% para a nota final e o coeficiente de rendimento dos alunos, sendo considerado por alguns autores, dentre os quais FERREIRA & GOMES (2009), de “falsos eficientes”.

Para melhor compreensão dos níveis de eficiência obtidos por alguns DMU são ilustrados na Figura 1 a diferença respectiva entre os dados atuais e os alvos a serem atingidos, para que se possam tornar eficientes por DMU para o modelo BCC (*output*).

Os dados que descrevem a eficiência relativa são fortes evidências a serem consideradas na avaliação pelo professor. Segundo MENDES (2005), o ato de avaliar exige uma tomada de posição favorável ou desfavorável ao objeto de avaliação, com uma conseqüente decisão de ação. O ato de avaliar implica coleta, análise e síntese de dados que configuram o objeto de avaliação, acrescido de uma atribuição de valor ou qualidade, que se processa a partir da comparação da configuração do objeto avaliado. Neste sentido, a DEA pode subsidiar o ato

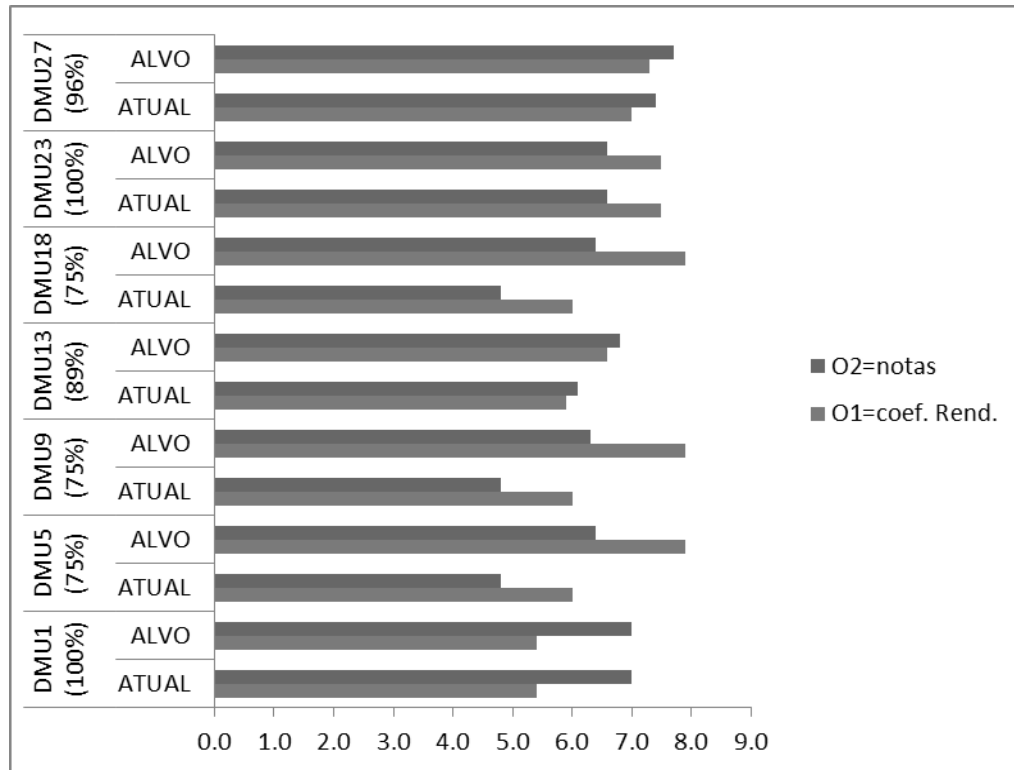


Figura 1. Alvos (metas) e dados atuais de algumas DMU's, considerando o nível de eficiência relativa obtido, com destaque as DMU de maior eficiência (atual = alvo).

Figure 1. Targets and current data of some DMU's, considering the level of relative efficiency obtained, especially the greater efficiency of DMU (current = target).

de avaliar do professor e, conseqüentemente, fornecer elementos para alterar ou ratificar práticas de ensino.

Em suma, esta técnica multicriterial pode auxiliar em tomadas de decisões durante o processo de avaliação dos alunos. Ao professor fornece dados sobre os desempenhos dos alunos, diante de condições de ensino que ele propõe, que lhe permite aperfeiçoar métodos, estratégias e materiais, visando o aprimoramento da aprendizagem do aluno e a melhora de sua prática pedagógica. LUCKESI (2005) destaca que o papel da avaliação é diagnosticar a situação de aprendizagem, tendo em vista subsidiar a tomada de decisão para a melhoria da qualidade do desempenho do educando.

CONCLUSÕES

A DEA demonstrou ser uma ferramenta adequada para avaliar o desempenho dos alunos na disciplina analisada. Mostrou claramente a eficiência relativa executadas de cada aluno, servindo como referência aos docentes para estabelecer metas que incentivem os alunos a buscarem um padrão de

desempenho superior na combinação dos recursos utilizados.

A análise mostrou que os alunos com melhor desempenho são aqueles que conseguem melhores notas com determinado número de faltas; entretanto, é aconselhável considerar também outros fatores que distanciam da própria análise, como fatores subjetivos, contexto social, características e hábitos individuais, dado que alguns mostraram que, com o mesmo número de faltas, necessitariam maximizar as notas e/ou coeficiente de rendimento para atingirem seu melhor desempenho.

A avaliação docente direciona o objeto numa trilha dinâmica, ou seja, para desenvolver o processo avaliativo, necessariamente tem-se que verificar, mas posteriormente precisa-se tomar uma atitude no sentido de modificar a situação verificada, aí sim se estaria avaliando. E esta tomada de atitude pode ser fundamentada pelos dados fornecidos pela DEA.

Ao aluno oferece ainda a visibilidade sobre o seu próprio comportamento em resposta ao ensino do professor, entendimento sobre seu ritmo de aprendizagem. Neste caso, os dados fornecidos pela

DEA podem fundamentar uma auto avaliação como medida mais confiável de avaliação, ressaltando que os processos avaliativos puramente objetivos, muitas vezes, são insuficientes como medida de realidade.

E finalmente, este estudo pode colaborar com discussões acerca de metodologias de avaliação da aprendizagem, visando à ampliação do conhecimento na área. Na literatura encontram-se muitas considerações de ordem teórica acerca de avaliação e poucos são os estudiosos que realizam pesquisas em campo com estudantes ou professores, a fim de apresentar dados mais objetivos, quantitativos e consistentes para serem discutidos.

REFERÊNCIAS

- ALI AI & SEIFORD LM. 1993. The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis. In: FRIED HO et al. (Orgs.). The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Application. New York: Oxford University Press. p.120-159.
- AMARAL OS. 1999. Avaliação da eficiência produtiva das unidades acadêmicas da Universidade do Amazonas, nos anos de 1994 e 1995, empregando Análise Envoltória de Dados. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis: UFSC. 93f.
- ANGULO MEZA L et al. 2005. ISYDS – Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. *Pesq Operac* 25: 493-503.
- BERTON LH. 1999. A gestão financeira das cooperativas paranaenses. *Rev FAE* 3: 39-45.
- BURIASCO RLC. 2000. Algumas considerações sobre avaliação educacional. *Aval Educac* 22:155-178.
- CORBUCCI PR. 2007. Desafios da educação superior e desenvolvimento no Brasil. IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=4846> Acesso em: 24 Jan. 2015.
- EUCLIDES FILHO K. 2000. Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo – ambiente–mercado. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. 61p. (Documentos, 85).
- FERREIRA CMC & GOMES AP. 2009. Introdução à análise envoltória de dados. Viçosa: UFV. 389p.
- GOMES AP. 1999. Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão de obra e capital. 1999. Tese (Doutorado). Viçosa: UFV. 161f.
- GOMES EG et al. 2003. Avaliação de Eficiência por Análise de Envoltória de Dados: conceitos, aplicações à agricultura e integração com sistemas de informação geográfica. Campinas: Embrapa. 39p. (Documentos, 28).
- KASAI RCB. 2000. Avaliação da aprendizagem: Um projeto vivido. *Rev Diál Educac* 1: 41-49.
- LUCKESI CC. 2005. A avaliação da aprendizagem escolar. São Paulo: Cortez. 348p.
- LUCKESI CC. 2010. Verificação ou Avaliação: o que pratica a escola? *Gestão do Currículo: Avaliação da Educação Pública*. Governo do Estado do Ceará. Disponível em <http://www2.ccv.ufc.br/newpage/conc/seduc2010/seduc_dir/download/avaliacao1.pdf>. Acesso em: 29 Jan. 2015.
- MELLO JCCBS et al. 2005. Curso de análise de envoltória de dados. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional e o Desenvolvimento Sustentável. Anais... Gramado: SBPO. CD-ROM.
- MENDES OM. 2005. Avaliação formativa no ensino superior: reflexões e alternativas possíveis. *Currículo e avaliação na educação superior*. Araraquara: Junqueira & Marin. p.175-197.
- MIRANDA AC & RODRIGUES SC. 2010. O uso da DEA como ferramenta alternativa da Gestão Escolar na Avaliação Institucional. *Educ Teor Prát* 10: 163-180.
- MOITA MHV. 2002. Um Modelo para avaliação da eficiência técnica de professores universitários utilizando Análise de Envoltória de Dados: o caso dos professores da área de Engenharia. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Florianópolis: UFSC. 169f.
- SURCO DF. 2004. Desenvolvimento de uma ferramenta computacional para avaliação de eficiência técnica baseada em DEA. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia). Curitiba: UFPR. 129f.