

MEDIDA DE A DE EFICIÊNCIA ECONÔMICA DOS CENTROS DE PESQUISA DA EMBRAPA COM CORREÇÃO DE OBSERVAÇÕES ATÍPICAS

Geraldo da S. e Souza *, Eliane G. Gomes †

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Secretaria de Gestão e Estratégia
Brasília, DF, Brasil

* e-mail: geraldo.souza@embrapa.br

† e-mail: eliane.gomes@embrapa.br

1 INTRODUÇÃO

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) monitora, desde 1996, o processo de produção de seus 37 centros de pesquisa, por meio de um modelo de produção. Este modelo faz uso de uma fronteira determinística do tipo DEA (*Data Envelopment Analysis*), a qual permite avaliar a eficiência técnica de produção de cada um dos centros que compõe o universo de atuação da Embrapa. O processo de avaliação da Embrapa é original e não tem similar no país. Neste artigo propõe-se uma medida DEA de eficiência econômica dos centros de pesquisa da Embrapa para os dados do período 1998-2006. Diferentemente do modelo usualmente empregado na empresa de eficiência técnica, propõe-se aqui uma medida que faz uso de variáveis *per capita* (normalização pela escala de operação) e com correção *ex-ante* pela presença de observações atípicas (*outliers*).

2 ANTECEDENTES

Na Embrapa está disponível um conjunto de 28 variáveis de produto e três de insumo representativas do processo produtivo da empresa. Os 28 atributos de produto foram divididos em quatro categorias de produção: produção técnico-científica; desenvolvimento de tecnologias, produtos e processos; produção de publicações técnicas; transferência de tecnologia e promoção de imagem. Reconhecem-se com essas categorias as várias dimensões do trabalho na Embrapa (acadêmica, de pesquisa e desenvolvimento, de extensão rural e *marketing*). Detalhes sobre o modelo Embrapa de produção e seus usos, bem como de cada item de produção, podem ser encontrados em [1, 2, 3, 4]. As medidas relativas de insumo do processo de produção para cada centro de pesquisa representam *proxies* para quantitativos de pessoal, custeio e capital. São medidas em valores relativos à média da empresa em dado ano.

Como indicadores da atividade de produção (insumos e produtos) considerou-se um sistema de índices relativos dimensionais. Sua construção permite a definição de medidas de produção global e agregadas por categoria. O processo de agregação obtém-se através de ponderações definidas por um sistema de pesos adequado, em princípio variável por unidade. Os índices relativos marginais de produção são calculados para cada atributo e para cada unidade de pesquisa, em cada ano, normalizados pela média.

Embora todos os centros produzam alguma quantidade de todas as variáveis de produção consideradas e utilizem-se dos mesmos tipos de insumo, têm percepções distintas sobre a importância relativa de cada categoria de produção. Um centro de biotecnologia, por exemplo, considera a produção técnico-científica como categoria mais importante, enquanto um centro de produto considera, tipicamente, a categoria de desenvolvimento de tecnologias, produtos e processos como mais importante. A Embrapa procurou homogeneizar as relações de produção agregando o produto com o uso de um sistema de pesos variável por unidade de pesquisa. A administração da empresa logo percebeu que o sistema de pesos poderia servir também como mecanismo orientador de diretrizes de pesquisa. Com o objetivo de obter um sistema de pesos mais consoante com os objetivos administrativos da empresa, o processo evoluiu para a captação de percepções de importância via modelos de escalagem psicossocial [5].

3 DEA

DEA tem como objetivo calcular a eficiência de unidades produtivas, chamadas DMUs, conhecendo-se os níveis de recursos empregados (*inputs*) e de resultados obtidos (*outputs*). A vantagem de DEA frente a outros modelos de produção é a capacidade de incorporar múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs* para o cálculo de uma medida de eficiência única, com ou sem a incorporação de julgamentos subjetivos por parte dos decisores. Neste artigo foi usado o modelo DEA CCR, com orientação a *inputs* [6], o qual admite retornos constantes à escala e assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*.

Ao longo do período de uso do modelo DEA na Embrapa (desde 1996), como um dos indicadores do sistema de avaliação dos centros de pesquisa, as medidas de eficiência foram sempre do tipo eficiência técnica e calculadas com orientação a insumos sob a hipótese de retornos constantes à escala. A abordagem induz um processo de classificação mais rígido, ao contrário do modelo com retornos variáveis à escala, que busca comparações com unidades de aproximadamente o mesmo tamanho. Para amenizar o problema da escala de operação dos diversos centros de pesquisa, as medidas de eficiência foram calculadas na empresa também por grupos de tamanho, em um total de três. Esses grupos foram definidos via análise de conglomerados, considerando o vetor de insumos. Atualmente, a preferência é por medidas de eficiência econômica, calculadas para todas as unidades em um único grupo e a partir de produtos múltiplos normalizados pela escala de operação e corrigidos pela presença de observações atípicas, conforme aqui apresentado.

4 MODELAGEM E RESULTADOS

Como anteriormente comentado, na estruturação do modelo DEA CCR, os *outputs* são os quatro indicadores de produção: produção técnico-científica; produção de publicações técnicas; desenvolvimento de tecnologias, produtos e processos; transferência de tecnologia e promoção de imagem. O *input* é o custo total, calculado segundo a expressão $[(\text{Despesa com pessoal} + \text{Custeio} + \text{Capital}) - \text{Receita}]$. Foram usados dados referentes à avaliação feita na empresa entre 1998 e 2006 (um modelo DEA para cada ano). A medida DEA correspondente é de eficiência custo.

As variáveis de *output* em cada ano foram previamente normalizadas pela média do quantitativo de empregados nos centros de pesquisa em determinado ano. Essa normalização pelo “*score* de pessoal” teve como objetivo reduzir a influência da escala de operação das unidades na medida de eficiência. Poder-se-ia argumentar que o modelo BCC poderia ser usado ao invés desta normalização. Entretanto, este modelo é bastante benevolente com as unidades avaliadas, o que pode dificultar a identificação da fonte de (in)eficiência. Todas as variáveis foram normalizadas pelo máximo em cada ano.

A presença de *outliers* cria problemas de interpretação e de avaliação para medidas de eficiência. Observações afastadas da maioria evidenciam especializações e falta de homogeneidade, e podem comprometer, sobremaneira, a distribuição da medida de eficiência. A redução da influência desses casos pode ser obtida via modelagem como em [7], ou por uma análise *ex-ante*. Dada a natureza do processo de produção da Embrapa, onde a importância das variáveis de produção é determinada pela percepção das unidades de pesquisa, optou-se pela análise *ex-ante*. Qualquer variável de *output* com valor superior a $q + 1,5i$, onde q é o terceiro quartil e i a amplitude do intervalo interquartil, é reduzida ao limite $q + 1,5i$. A abordagem é consistente com a identificação de *outliers* em potencial na análise exploratória de dados.

A Figura 1 mostra a evolução da mediana e do coeficiente de variação da eficiência econômica calculada segundo o modelo anteriormente descrito. A queda de eficiência e de aumento do coeficiente de variação em 2004 explica-se por uma fase de estudos internos na empresa, durante a qual houve mudança gerencial e todo o processo de avaliação foi objeto de re-estudos. Note-se que o coeficiente de variação mede a performance da gerência da instituição de pesquisa na realização do objetivo de reduzir diferenças entre unidades e de alcançar excelência, através da identificação de *benchmarks* e de projeções apropriadas na fronteira.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi analisada a evolução da eficiência econômica dos centros de pesquisa da Embrapa no período 1998-2006. De particular relevância nesta análise está a proposição de uma medida de eficiência custo, medida de forma determinística através de modelos tipo DEA. Foi calculada a partir de produtos múltiplos (quatro componentes de produção), normalizados pela escala de operação (variáveis *per capita*) e corrigidos pela presença de observações atípicas.

A correção *ex-ante* de observações afastadas da massa de dados via análise exploratória de dados empresta robustez estatística e homogeneidade ao processo de produção. No período analisado, o painel de centros de pesquisa da Embrapa comporta-se de modo aproximadamente estacionário. É marcante a queda dos níveis de controle da produção como consequência de mudanças gerenciais e da inexistência de políticas de acompanhamento de metas e objetivos de pesquisa. Evidencia-se, deste modo, a necessidade de acompanhamento contínuo da eficiência do processo de produção, como meta do controle estatístico de qualidade da pesquisa.

6 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- [1] A.D. Portugal, A.F.D. Avila, E. Contini and G.S. Souza, “Sistema de avaliação e premiação por resultados da Embrapa”, *Revista do Serviço Público*, **49**, 59-83 (1998).
- [2] G.S. Souza, E. Alves and A.F.D. Avila, “Technical efficiency in agricultural research”, *Scientometrics*, **46**, 141-160 (1999).
- [3] G.S. Souza, E.G. Gomes, M.C. Magalhães and A.F.D. Avila, “Economic efficiency of Embrapa’s research centers and the influence of contextual variables”, *Pesquisa Operacional*, **27**, 15-26 (2007).
- [4] Embrapa. *Manual dos indicadores de avaliação de desempenho das unidades descentralizadas da Embrapa: Metas quantitativas - Versão para ano base 2007*, Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento, 2006.
- [5] G.S. Souza and A.F.D. Avila, “A psicometria linear da escalagem ordinal: uma aplicação na caracterização da importância relativa de atividades de produção em ciência e tecnologia”, *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, **17**, 11-27 (2000).
- [6] A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rhodes, “Measuring the efficiency of decision-making units”, *European Journal of Operational Research*, **2**, 429-444 (1978).
- [7] C. Daraio and L. Simar, *Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis*, Springer, 2007.

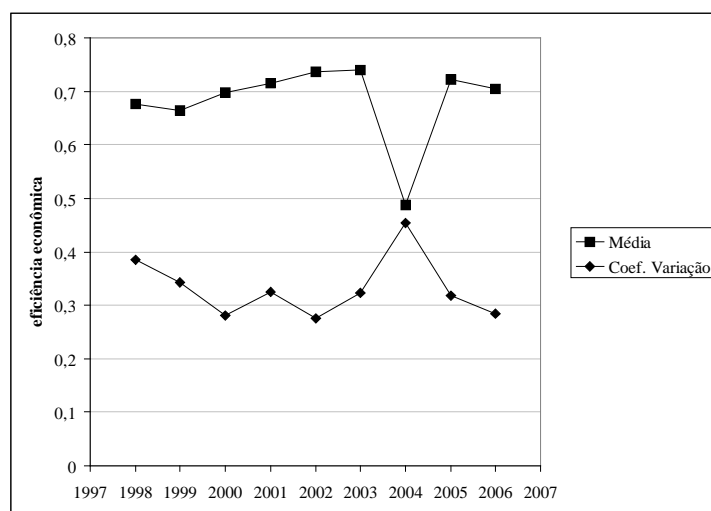


Figura 1: Evolução da medida de eficiência econômica.