

ÁREA TEMÁTICA – ESTRATÉGIA EM ORGANIZAÇÕES

DIVERSIDADE E SUSTENTABILIDADE: A ESTRATÉGIA DE AÇÕES INTEGRADAS DE PESQUISA CLÍNICA DO IPEC/FIOCRUZ

AUTORES

MARCELINO JOSÉ JORGE

Universidade Federal do Rio de Janeiro

marcelino.jorge@ipeec.fiocruz.br

FREDERICO A. DE CARVALHO

Curso de Biblioteconomia e Gestão de Unidades de Informação - FACC - UFR

fdecarv@msn.com

MARINA FILGUEIRAS JORGE

Universidade Federal do Rio de Janeiro (Ciências Econômicas)

marina_filgueiras@yahoo.com.br

RUI AMÉRICO MATHIASI HORTA

Universidade Federal de Juiz de Fora

rui.horta@ufjf.edu.br

CRISTINA MONKEN AVELLAR

Universidade Católica de Petrópolis

cristina.avellar@ipeec.fiocruz.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é avaliar a estratégia do Instituto de Pesquisa Clínica Evandro Chagas da Fundação Oswaldo Cruz – IPEC/FIOCRUZ para promover a pesquisa estratégica em saúde através de ações integradas (PAIs) de pesquisa clínica de doenças infecciosas. Foram avaliadas oito PAIs no período 2002–2008, usando a Análise Envoltória de Dados – DEA para calcular uma fronteira de eficiência não-estocástica. O modelo DEA permitiu discriminar as PAIs entre ações eficientes e ineficientes e indicou os planos de operação capazes de conduzir as PAIs ineficientes à fronteira eficiente. A aplicação do modelo DEA na análise dinâmica do desempenho das PAIs e a aplicação da hipótese markoviana na análise da transição das PAIs entre os estados de eficiência e ineficiência trouxe importantes elementos para a avaliação do modelo de gestão do IPEC. Três conclusões merecem destaque. Primeiro, a de que a PAI é uma estrutura factível e eficiente de produção conjunta de assistência, ensino e pesquisa. Segundo, a de que é possível guiar as escolhas de curto-prazo dos gerentes, quantificando a mudança do *mix* de produtos que resultaria da estratégia pró-eficiência. Terceiro, a de que, a longo prazo, o número de PAIs ineficientes poderá aumentar, caso não sejam adotadas medidas gerenciais corretivas.

Palavras-chave: Pesquisa Estratégica em Saúde; Estrutura de Organização; Análise de Eficiência

Abstract

In order to provide support to public health initiatives in Brazil, Evandro Chagas Clinical Research Institute (IPEC/FIOCRUZ) endeavoured to integrate clinical research, technological development, education and the production of services (namely, diagnosis, outpatient care, day-hospital and patient admissions) in the field of infectious diseases. To assess performance of this model, in this work we evaluated eight IPEC's Integrated Actions (briefly, PAIs) in the period 2002-2008, using Data Envelopment Analysis – DEA for the calculation of a non-stochastic efficiency's border. Aiming to propose pro-efficiency targets for each non-efficient PAIs, the DEA model also suggested the required changes in operation plans. Markovian analysis then indicated that the number of inefficient PAIs will increase. Three main conclusions deserve mention. First, the dynamics of IPEC performance has shown that the new format has disclosed the existence of feasible (and truly efficient) organisational paths. Second, DEA models may be used to routine follow up of performance, contributing to reinforce commitment and to promote pro-efficiency solutions. Third, while with respect to short run activities, technical efficiency earnings' paths were sustained, in the long run it could be identified a smooth tendency of efficiency loss.

Keywords: Strategic Research in Health; Organizational Structure; Efficiency Analysis

1. Introdução

A adoção dos princípios da administração pública gerencial na reforma do Estado introduziu a gestão segundo resultados nas organizações de saúde e trouxe crescente interesse nos métodos de mensuração de *performance*. (SILVA; FORMIGLI, 1994).

Em consequência da mudança do modelo de gestão da Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ a partir de 1994, o Instituto de Pesquisa Clínica Evandro Chagas – IPEC/FIOCRUZ, que atua nas áreas de pesquisa, ensino e assistência de doenças infecciosas, adotou uma estratégia de crescimento com diversificação, de forma que o objetivo deste artigo é o de usar o método de Análise Envoltória de Dados – DEA (Data Envelopment Analysis) para avaliar a *performance* das principais ações integradas (PAIs) de pesquisa clínica de doenças infecciosas deste Instituto.

O texto está organizado em seis seções, além da bibliografia. A seção a seguir é dedicada à formulação do problema da pesquisa. A terceira seção apresenta uma breve revisão da literatura sobre princípios aplicáveis à análise de eficiência. A seção seguinte descreve os procedimentos metodológicos utilizados na avaliação de *performance*, bem como o critério de seleção das PAIs escolhidas para o estudo, das variáveis do modelo e dos dados usados na pesquisa empírica. A quarta seção aborda o cálculo da fronteira eficiente, as melhorias das PAIs ineficientes e a perspectiva de longo prazo. A conclusão trata do poder explicativo e da capacidade de previsão da análise de eficiência.

2. Formulação do Problema da Pesquisa

Nesta seção, primeiro, são caracterizados os objetivos da estratégia de expansão com diversidade do IPEC que foi adotada para a promoção da pesquisa clínica no período 2002-2008. Em seguida, as relações analíticas entre os conceitos de desempenho medido por resultados, avaliação de *performance* e eficiência técnica de unidades produtivas, tal como estabelecidas na literatura sobre o modelo de administração pública gerencial, são usadas como referência para formular o problema da pesquisa deste estudo: a avaliação do desempenho recente do IPEC.

2.1. Gestão do Desempenho de Unidades Complexas de Saúde

A reorganização do governo, com os propósitos de melhorar o seu desempenho e tornar mais eficiente a gestão pública, envolveu estratégias para a substituição do modelo baseado no controle hierárquico do cumprimento de procedimentos por modelos consistentes com o paradigma da nova gestão pública. Entre os princípios da estratégia de administração pública gerencial decorrente, foram incluídos a valorização da eficiência, a elevação da *performance*, a introdução de mecanismos de mercado, a orientação para resultados, a descentralização dos controles gerenciais, a ênfase na responsabilização e a flexibilização de procedimentos (REZENDE, 2002, p. 167). E, entre os objetivos da reforma da gestão pública, foram incluídos o exame permanente da *performance* das organizações e a busca da eficiência e da responsabilização (*accountability*).

O grande interesse adquirido pela avaliação de resultados esteve portanto diretamente relacionado às iniciativas de reforma do Estado e à ênfase na eficiência e na responsabilização na administração pública em muitos países da América Latina a partir da década dos noventa (CUNILL; OSPINA, 2003).

Um dos pressupostos das teorias contemporâneas de administração pública sobre a gestão orientada para resultados é que tal gestão geraria uma dinâmica no interior da organização, que redundaria no melhoramento do desempenho. A hipótese implícita é que essa dinâmica de enfatizar resultados, em lugar de concentrar-se apenas em procedimentos, desencadearia, por si mesma, processos de retroalimentação e aprendizagem por parte dos envolvidos, os quais, por sua vez, promoveriam ações de correção que contribuiriam para melhorar a obtenção dos êxitos esperados (CUNILL; OSPINA, 2003, p. 498). Dito de outro modo, acredita-se que o exame sistemático do desempenho, através de monitoramento e

avaliação, contribui para melhorar a gestão, porque produz a informação necessária para identificar e entender as causas dos êxitos e dos fracassos ou problemas do desempenho individual ou coletivo, dentro de um contexto de planejamento estratégico.

A realização de observação sistemática do desempenho, a escolha de modelos analíticos e indicadores adequados, assim como a produção sistemática de informação, apresentam, no entanto, desafios técnicos. Do ponto de vista da implementação do novo modelo de administração pública, o primeiro problema que mereceu atenção foi a dificuldade para estabelecer padrões de resultados em serviços onde a atividade pública persegue múltiplos objetivos e o segundo foi a dificuldade que se apresenta em organizações de grande complexidade e onde há interdependência entre atividades (ECHEBARRÍA, 2005).

No IPEC, a propósito, prevalece a abordagem da pesquisa e do ensino sobre doenças infecciosas através da sistematização de protocolos de atendimento clínico. Assim, a busca de sinergia entre as atividades clínicas das áreas médica e complementar e a laboratorial exige a constituição de elos entre as atividades de pesquisa, de ensino e de assistência no interior das PAIs, o que torna complexa a coordenação de interesses.

Com objetivos e metas das atividades-fim de ensino, pesquisa e assistência, cada PAI tem uma patologia como foco e engloba atividades especializadas: de diagnóstico; de atendimento de ambulatório, de hospital-dia e de internação; de ensino; e de pesquisa; além de apoio administrativo interno às atividades especializadas.

No IPEC, além disso, as múltiplas abordagens profissionais de atendimento envolvem a participação rotineira, não somente de infectologistas, mas também de especialistas de outras áreas clínicas, com vistas a aproveitar o conhecimento de todas estas especialidades.

E, finalmente, considerando a coorte de pacientes composta e acompanhada em um banco de dados dos pesquisadores médicos como marco de referência para a demarcação do que é entendido como uma PAI estruturada, não só observa-se na Tabela 1 que cada uma das PAIs inclui todas as atividades de pesquisa, de ensino, de laboratório e de atendimento do IPEC, como também que, vistas em conjunto, estas PAIs respondem quase que integralmente por cada destas atividades de per si.

TABELA 1 - IPEC - PARTICIPAÇÃO DA AÇÃO INTEGRADA NA ATIVIDADE: 2008 (em %)

ATIVIDADE	PAI								NÃO ESTRUTURADA
	"Chagas"	"DFA/Dengue"	"HTLV"	"LTA"	"Micoses"	"Toxo"	"TB"	"HIV"	
QTD. PRODUÇÃO CIENTÍFICA	4,0	3,4	6,4	7,9	14,8	0,4	4,5	16,6	42,1
QTD. PACIENTE COORTE	11,5	1,5	5,0	11,3	43,8	5,8	12,2	8,9	0,0
QTD. EGRESSO DE CURSO	0,0	6,1	0,0	15,2	24,2	0,0	9,1	21,2	24,2
QTD. CONSULTA PAT	18,8	10,8	7,9	3,3	11,0	5,1	13,4	23,9	5,9
QTD. CONSULTA AGENDADA	14,7	5,1	5,7	3,5	13,2	3,6	13,3	35,7	5,4
QTD. ATDITO. HOSPITAL-DIA	0,6	0,0	4,8	3,6	1,7	0,0	0,7	75,0	13,7
QTD. DIA/ANO INTERNAÇÃO	4,7	3,0	4,0	0,5	7,7	0,0	10,0	60,2	9,8
QTD. EXAME									
Anatomia Patológica	15,0	6,0	6,0	3,3	12,6	3,7	13,1	34,6	5,7
Bacteriologia	9,3	4,0	4,2	2,0	8,5	2,1	15,6	49,3	5,0
Hemoterapia	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	99,4	0,1
Imagem	13,4	5,5	5,7	2,9	11,8	3,2	12,6	38,7	6,2
Imunologia	8,5	18,7	3,8	0,3	1,6	1,3	1,4	63,8	0,6
Micologia	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	0,0	0,0	76,9	0,0
Parasitologia	12,5	5,3	5,6	2,7	11,4	2,8	12,3	40,9	6,6
Patologia Clínica	8,1	3,4	6,5	32,8	6,8	2,0	7,1	19,2	14,0
Virologia	0,0	0,0	99,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
Zoonoses	2,5	2,5	2,5	19,2	63,2	2,5	2,5	2,5	2,5
DESPESA MEDICAMENTO	9,3	2,9	3,9	17,4	18,6	4,1	2,9	38,0	2,9
DESPESA ALIMENTAÇÃO	6,8	3,6	4,4	1,1	8,7	0,8	10,6	55,0	9,0
DESPESA APOIO ADM. INT.	8,8	13,6	9,4	8,2	10,9	8,1	9,6	21,8	9,5

Essa organização governamental complexa, sem fins lucrativos e com tal diversidade de objetivos e meios, convive, portanto, com problemas de coordenação e de compromisso nas diversas facetas da tomada de decisão, em particular quanto à distribuição interna dos recursos orçamentários entre os objetivos concorrentes das várias PAIs.

Ao mesmo tempo em que o propósito estratégico do IPEC de ocupar um nicho institucional diferenciado, ou seja, de obter recursos para a sua expansão, requer o desenvolvimento das suas PAIs como unidades produtivas e não do desempenho unilateral das suas atividades.

Como consequência, a obtenção de indicadores para avaliar a evolução do desempenho das suas PAIs como unidades produtivas no tempo é de grande importância para a gestão do IPEC (SCHWARTZMAN, 1994).

2.2. Produtividade e Eficiência: a Organização como Unidade Produtiva

O ponto de partida conceitual nesta subseção é muito simples, mas muito geral, focalizando uma organização em sua atividade básica de utilizar recursos para produzir bens ou serviços. Nesse contexto aceita-se como igualmente básica a virtude de qualquer processo organizacional que permita produzir mais com os mesmos recursos ou que permita produzir o mesmo com menos recursos. Esse é o princípio básico da eficiência, inegavelmente atraente para qualquer organização que precise utilizar recursos limitados, incluindo as organizações públicas.

De acordo com Coelli, Rao e Battese (1998), os aumentos de produtividade podem ser decompostos em três tipos de ganhos: ganhos de eficiência técnica; ganhos de escala; e ganho da mudança técnica. A Figura 1, adaptada de Coelli, Rao e Battese (1998), ilustra as possíveis formas de mudança de produtividade em uma organização (simplificada) que opera com um insumo e um produto.

Nesse modelo gráfico, o ponto A indica uma organização ineficiente, com a fronteira de possibilidade de produção OF. A sua ineficiência está relacionada ao fato de que ela poderia estar produzindo mais produtos com a mesma quantidade de insumo (deslocamento vertical para cima até a fronteira OF) ou poderia estar produzindo o mesmo produto com menos quantidade de insumo (deslocamento horizontal para a esquerda até a fronteira OF). Como resultado, a produtividade da organização no ponto A é medida pela inclinação da reta que parte da origem - OA.

A partir do ponto A, o aumento de produtividade da organização pode ser decomposto em três processos:

- $A \rightarrow B$: de A para B a organização ineficiente aumenta sua habilidade de obter o máximo de produto a partir de um conjunto de insumos e, desta maneira, ao aumentar sua eficiência técnica na utilização dos insumos, alcança ganhos de produtividade no ponto B;
- $B \rightarrow C$: de B para C a organização eficiente explora economias de escala e se desloca ao longo da sua fronteira de produção eficiente (OF), de modo que aumenta a produtividade ao seu nível ótimo no ponto C; e
- $C \rightarrow D$: de C para D, ao longo do tempo, avanços na tecnologia podem induzir o deslocamento da fronteira de produção (de $OF \rightarrow OF'$), de modo que a mudança técnica configura outra fonte de aumento de produtividade, por exemplo o ponto D.

3. Revisão Bibliográfica

De forma que, uma vez promovida a consistência entre os objetivos pretendidos pelo gerente e os objetivos organizacionais, bem como entre os objetivos executados e os objetivos pretendidos, a gestão tem, como terceiro propósito, o de eliminar as ineficiências técnicas decorrentes dos fatores que efetivamente se encontram sob o controle dos gerentes.

Em decorrência da assimetria de informação, vale dizer, as dificuldades engendradas pela natureza humana dos processos de tomada de decisão em unidades econômicas implicam em que o esforço empreendido pelo executor da ação é uma variável que encontra-se fora de

observação direta do administrador. São razões de natureza “X” – fatores de origem externa *versus* ineficiências alocativas (LEIBENSTEIN, 1996) que implicam em conflito entre interesses individuais e objetivos organizacionais e que resultam em custos mais elevados e/ou remunerações desestimulantes.

O reconhecimento da existência de ineficiências de natureza “X” origina, na literatura, por sua vez, a discussão dos diferentes tratamentos que são dispensados para os problemas de assimetria de informação, de um lado pelos métodos paramétricos estocásticos de estimação e, de outro, pelos métodos não-paramétricos como o método de Análise Envoltória de Dados – DEA, que será caracterizado na próxima seção deste texto.

O conflito estabelecido a partir da cisão entre propriedade e controle das organizações e entre administradores e executores das ações, implica em que, naturalmente, o administrador não tem acesso à função teórica de transformação, e/ou à verdadeira função de custos da sua organização.

Por razões associadas à natureza das ineficiências considera-se, portanto, que a realização de avaliação de eficiência de unidades produtivas não deve ser limitada pelo estabelecimento *a priori* de formas funcionais para a função de produção. Postula-se (KREPS, 1990), nesse sentido, a existência de ineficiências não alocativas no processo produtivo, decorrentes de motivos que escapam ao controle dos administradores, que podem explicar a “distância” da unidade econômica em relação à produção tecnicamente eficiente.

De forma que parte da literatura sobre avaliação de unidades econômicas recomenda a utilização de instrumental de ajuste não-paramétrico da fronteira de eficiência, a qual, em termos econômicos, representa o *locus* de eficiência técnica, a fronteira de produção às “melhores práticas” reveladas, ou seja, a produção máxima empiricamente observada de qualquer unidade econômica da população estudada obtível a partir de sua dotação efetiva de insumos (COELLI *et al.*, 1998).

Foco da atenção do modelo de gestão segundo resultados adotado no IPEC, a medida de ineficiência técnica das PAIs assim definida, bem como a sua variação ao longo do tempo, é que sinalizam a presença de uma margem de atuação para os mecanismos gerenciais internos de ajuste à trajetória de busca de eficiência da organização e explicam, desta maneira, o propósito da estratégia de expansão com diversificação e da estrutura organizacional de promoção da pesquisa consorciada com a assistência e o ensino que foram implementadas.

Portanto, em que pese “uma formidável parcela das aplicações empíricas da DEA ter se baseado em dados de *cross-section*” (TATJÉ; LOVELL, 1997, p. 177), consagrando o uso dos escores-síntese de eficiência técnica para a identificação de diferentes composições pró-eficiência do *output mix* das DMUs como tradição, a formulação do problema de avaliação proposto neste estudo implica, de fato, no ajuste de uma fronteira única como padrão de avaliação intertemporal da eficiência técnica de várias PAIs do IPEC em cada ano do período 2002-2008.

4. Metodologia

A partir dessa abordagem sobre os objetivos organizacionais e sobre as opções alocativas ao alcance das PAIs amostradas, o dimensionamento do ajuste ótimo para assegurar o seu desenvolvimento é aqui formulado como um problema de cálculo das fronteiras eficientes de possibilidades de produção dessas unidades produtivas e do seu desempenho relativo, bem como dos planos de operação – mudanças em suas combinações de recursos e resultados - que são necessários para proporcionar ganhos de eficiência técnica.

Nesta seção trata-se deste e dos demais procedimentos metodológicos que nortearam a análise.

4.1. Análise Envoltória de Dados – DEA

A família de modelos conhecida como *Data Envelopment Analysis* (DEA) foi introduzida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978, 1981) e posteriormente modificada por

Banker, Charnes e Cooper (1984). A diferença mais importante entre esses dois modelos é a possibilidade de tratamento das economias de escala: variáveis (RVE) no modelo Banker, Charnes e Cooper (modelo BCC), que é utilizado neste estudo, e dos retornos constantes de escala (RCE) no modelo Charnes, Cooper e Rhodes (modelo CCR). A DEA é aplicada das mais variadas formas, mas sempre utilizada para avaliar a eficiência de unidades produtivas (*Decision Making Units* – DMUs) que usam múltiplos insumos para obter múltiplos produtos.

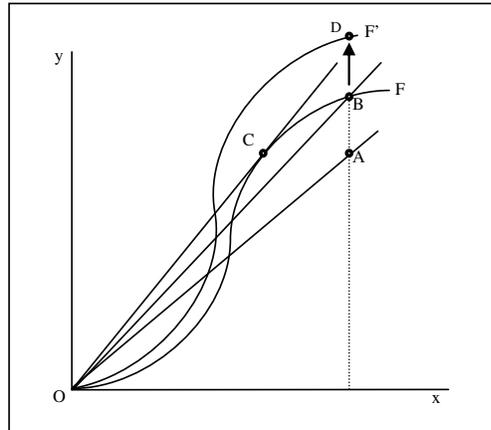


Fig. 1: Produtividade e ganhos de eficiência

A DEA tem sido usada para avaliar diversos tipos de organizações públicas, tais como escolas públicas, hospitais e unidades ou sistemas militares, todos devidamente entendidos como tipos de “organizações complexas”. Essa flexibilidade no uso desse instrumental reside no fato de não requerer a pré-definição de uma forma funcional para a função de produção, tal como é exigido nas abordagens econométricas de regressão. Tal flexibilidade é uma das vantagens especialmente relevantes desse método, pois permite a sua aplicação em diversas situações.

Entre as características de interesse da DEA para a análise de organizações governamentais – sujeitas a operar sob um orçamento limitado *a priori* como o IPEC - destaca-se a flexibilidade do método para estimar uma fronteira de produção que maximiza o produto, sujeito à quantidade de insumos que é possível utilizar sob aquela limitação orçamentária. Esse procedimento implica resultados alocativos eficientes no sentido de Pareto. Além disso, a DEA permite a incorporação, na análise, de insumos e de produtos mensurados em diferentes unidades de medida – dispensando, portanto, o uso de “valores” de qualquer natureza - e possibilita a verificação de valores ótimos de produção e de consumo respeitando restrições de factibilidade (*feasibility*) definidas segundo a conveniência de quem usa.

A DEA parte da premissa de que existe uma fronteira de produção que envolve as unidades produtivas observadas (ou “amostradas”). Essa fronteira é construída através da combinação linear que conecta aquelas DMUs que apresentam as melhores práticas. O valor calculado da eficiência, portanto, não é absoluto, dado que leva em conta as situações relativas entre as diversas DMUs. Assim, DMUs que estiverem localizadas na fronteira serão “mais eficientes relativamente às demais” e o desvio de uma unidade produtiva ineficiente em relação a essa fronteira empiricamente observada será, por sua vez, sua medida de ineficiência. Além disso, a DEA permite localizar unidades eficientes de referência para cada uma daquelas que for assinalada como ineficiente (MARINHO, 2001).

Com apoio na formalização de Coelli, Rao e Battese (1998) e de Estellita Lins e Meza (2000), pode-se descrever o método partindo da definição do conjunto das N organizações que utilizam K insumos e produzem M produtos. A matriz de insumos X é uma matriz retangular KxN que representa os insumos utilizados pelas organizações. A matriz Y é uma matriz MxN que representa os produtos produzidos por elas. Cada organização é representada nessas matrizes por um vetor de produto, y_i , e de insumos, x_i . Para cada organização, é obtida a razão entre os produtos e insumos utilizados, $u'y_i/v'x_i$, em que u é um vetor Mx1 contendo os pesos – a “importância relativa” - dos produtos e v é um vetor Kx1 contendo o peso dos insumos. Utilizando Programação Linear, o peso ótimo é encontrado pela resolução do seguinte problema de maximização:

$$\max_{\mu, v} (\mu'y_i/v'x_i), \text{ sujeito a :} \\ \mu'y_i/v'x_i=1; \mu'y_j/v'x_j \leq 0, j=1, 2, \dots, N; \mu, v \geq 0. \quad (1)$$

Utilizando o conceito de dualidade da Programação Linear pode-se afirmar que o problema de maximização (1) equivale ao seguinte problema de minimização:

$$\min_{\theta, \lambda} \theta, \text{ sujeito a :} \\ -y_i + Y\lambda \geq 0; \theta x_i - X\lambda \geq 0; \lambda \geq 0. \quad (2)$$

O escalar θ do problema de minimização em (2) representa a eficiência técnica (ET) da unidade produtiva e λ é um vetor de constantes Nx1. Por definição, temos que $\theta \leq 1$, o que significa que, se a organização está sobre a fronteira (ou seja, $\theta = 1$), sua eficiência técnica será máxima de acordo com a definição de Debreu-Farrell. O valor de θ é calculado para cada DMU. O problema de minimização em (2) adota a hipótese de que todas as DMUs operam com retornos constantes de escala, ou seja, em escala ótima. Para estimar a eficiência de escala da unidade produtiva e identificar com que tipo de retornos de escala está operando - se crescentes, constantes ou decrescentes - o problema de minimização (2) pode ser modificado de modo bem simples.

Através da aplicação dos modelos com RCE e RVE, é possível calcular os escores de eficiência técnica, decompostos em eficiência técnica pura e eficiência de escala, para cada unidade produtiva. Os resultados também oferecem os alvos a serem alcançados por unidades produtivas ineficientes, constituindo os planos de operação.

4.2. Testes de Aferição da Precisão Estatística das Estimativas

Com vistas à análise dos escores-síntese calculados com o modelo DEA e considerando as amostras com distribuição de probabilidades desconhecida, foi utilizado o teste de Friedman (SIEGEL, 1956), além da metodologia Bootstrap – que tem por objetivo, através do processo de reamostragem, inferir a respeito de parâmetros populacionais, mesmo para amostras pequenas e de distribuição de probabilidade desconhecida, para lidar com o problema de indeterminação do erro de cálculo que é inerente aos métodos determinísticos como o adotado (SOUZA; RAMOS, 1999).

O teste F de Friedman é um teste não-paramétrico usado para testar a existência de preferências entre três ou mais amostras não necessariamente independentes (TRIOLA, 2005). A hipótese nula a ser testada é de que não há preferência entre as K opções de amostra (DOWNING; CLARK, 2000).

Se $F > \chi^2$ com K –1 GLs e 95% de confiança, deve-se rejeitar a hipótese nula de que as amostras são estatisticamente indistintas, porém extraídas da mesma população.

O método Bootstrap, por sua vez, é um procedimento computacional desenvolvido para estimar a variabilidade de parâmetros amostrais, particularmente no caso de amostras com distribuição de probabilidades desconhecida.

Apresentado em 1979, o método Bootstrap é um procedimento computacional que pode ser utilizado, por exemplo, para estimar uma medida de precisão como o erro padrão de um estimador $\hat{\theta} = S(X)$, qual seja a estimativa Bootstrap SÊBOOT (EFRON; TIBSHIRANI, 1993).

A técnica Bootstrap baseia-se na geração de R amostras de tamanho N com reposição – processo de reamostragem onde R é o número de reamostragens, que são denominadas amostras Bootstrap.

Se, em particular, o estimador $S(X) = \hat{\theta}$ for o estimador da média aritmética – que é de especial interesse nesta análise – e R for suficientemente grande (EFRON, TIBSHIRANI, 1993, p.14):

$$\hat{S}E_{BOOT} = \left\{ \frac{\sum (I) [X_I - \bar{X}]^2}{N^2} \right\}^{1/2} \quad (3)$$

A expressão (3) é, então, o valor limite do erro padrão para a média.

O método Bootstrap, em suma, é recomendável na impossibilidade de estimação de parâmetros pelos métodos estatísticos tradicionais – Estatística Paramétrica, que pressupõem grandes amostras ou população com distribuição de probabilidades conhecida.

E para o teste de diferença entre médias amostrais utilizando a técnica Bootstrap, o procedimento de teste, em que a medida de precisão estatística de estimativas é o erro padrão, segue os seguintes passos:

- a) calcular as médias amostrais;
- b) calcular o erro padrão de cada uma das amostras utilizando a expressão (3); e
- c) dividir a diferença das médias amostrais obtidas em (a) pela soma dos erros padrão calculados em (b).

Se o resultado da divisão efetuada no passo anterior é pequena, digamos menor que 1, cabe concluir que não há diferença estatisticamente significativa entre as médias amostrais.

4.3. Análise Markoviana

Como se dispõe de escores calculados para as oito PAIs no período 2002-2008, que se referem à fronteira conjunta calculada para as 56 ações integradas anuais, foi possível investigar o desdobramento do processo evolutivo que foi separando as unidades eficientes das ineficientes ao longo do período. Adotando a hipótese markoviana (KEMENY; SNELL, 1972) de que o estado de eficiência ou ineficiência de uma ação integrada PAI depende apenas do estado em que se encontrava no período anterior, podemos construir a matriz de probabilidades de transição entre os estados de “eficiência” e “ineficiência” para o sistema constituído pelas oito ações integradas ao longo dos sete anos. Na literatura, um procedimento indicado para obter essa matriz se baseia na simples contagem (*transition count*; ver Billingsley, 1961, p. 14, ou Anderson e Goodman, 1957, p. 92) do número de passagens de um estado a outro no período 2002-2008.

De posse daquela matriz e utilizando o conceito de distribuição de equilíbrio (Kemeny e Snell, 1972, p. 131), pode-se determinar a distribuição percentual a longo prazo do conjunto das unidades produtivas entre aqueles dois estados, que representa o equilíbrio dinâmico do sistema, desde que não haja uma interveniência, gerencial ou não, sobre o processo que possa, por exemplo, comprometer a aceitação da hipótese markoviana.

4.4. Universo, Amostra e Coleta de Dados

O universo da pesquisa é formado pelo conjunto das 14 PAIs do IPEC. A reduzida participação das 6 PAIs que não integram todas as modalidades de diagnóstico, de atendimento, de ensino e de pesquisa no total das atividades do Instituto levou a focalizar a avaliação da eficácia do modelo de organização do IPEC na análise de eficiência das 8 PAIs que estão reconhecidamente estruturadas: as PAIs de Doença de Chagas; DFA/Dengue; HTLV; Leishmaniose; Micose; Toxoplasmose; Tuberculose; e HIV/AIDS.

Os dados básicos, retroativos a 2002, são coletados em três fontes: nos bancos de dados do IPEC; obtendo dados primários relativos às coortes dos pacientes das PAIs que têm prontuário através de entrevistas semi-estruturadas dos pesquisadores responsáveis por projetos de pesquisa clínica; e mediante o levantamento dos gastos de material de consumo nas notas de empenho que são geradas pelo Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal – SIAFI.

Face ao número restrito de unidades de observação e à série de dados anuais disponíveis, de pronto curta, o modelo DEA foi aplicado ao cálculo de uma fronteira única para o conjunto das PAIs anuais do período 2002-2008 e foram considerados dois recursos (ou *inputs*) – a saber, *Número de Horas-Médico/ano* e *Despesa de Custeio/ano* a preços correntes (medicamentos, reagentes e material hospitalar) - e sete produtos (ou *outputs*) – *Número de Exames Diagnóstico/ano*, *Número de Consultas de Infectologista/ano*, *Número de Dias de Internação/ano*, *Número de Artigos Publicados/ano*, *Número de Pacientes Incluídos nos Projetos de Pesquisa/ano*, *Número de Teses e Dissertações/ano* e *Número de Buscas Orientadas em Prontuário Médico do Paciente/ano*.

5. Resultados

Os resultados que aparecem nesta seção estão distribuídos em quatro subseções. Primeiro, é apresentada a discriminação das ações integradas anuais em grupos de unidades relativamente “eficientes” e “ineficientes”. A subseção seguinte analisa os resultados do teste da diferença entre os escores. A terceira subseção expõe os resultados da análise markoviana E, finalmente, sob a denominação de “plano de operação conjunto 2002-2008”, é apresentada a soma das alterações alocativas de insumos e produtos que permitiriam levar cada ação ineficiente de volta à fronteira conjunta calculada para o período 2002-2008.

5.1. Classificação das Ações Integradas Segundo a sua Eficiência

O problema de programação linear subjacente ao cálculo do modelo DEA com Retornos Variáveis de Escala Orientado para o Produto (DEA-BCC-O) foi resolvido para a obtenção dos escores-síntese das 56 ações integradas anuais selecionadas, que refletem o poder de discriminação do modelo entre PAIs eficientes e não eficientes (COELLI, 1996). A esse propósito, observa-se que, quanto maior for o número de DMUs em relação ao número de variáveis, melhor será a discriminação das DMUs eficientes e ineficientes (COELLI; RAO; BATTESE, 1998).

Foi verificado, então, que quase toda a despesa com material hospitalar do IPEC é de uso geral. Em segundo lugar, como as despesas com medicamento, com reagente e com material hospitalar são medidas em valor, foram adicionadas, obtendo-se a variável Despesa de Custeio Exclusivo Pessoal. Apesar dessa redução do número de variáveis, os escores mostram uma fronteira de eficiência com 31 das 56 DMUs avaliadas – vide a Tabela 2.

De tal sorte que foram feitas outras simulações com o modelo DEA, no sentido de observar se a fronteira calculada com as variáveis utilizadas nessa especificação efetivamente descreve o resultado de maior poder explicativo. Verifica-se, então, que a exclusão de variáveis de *output* não causa efeito na discriminação das unidades eficientes e que os valores dos escores-síntese de eficiência relativa das unidades ineficientes pouco se alteram. Optou-se, portanto, por persistir na utilização do modelo (DEA-BCC-O) especificado.

A Tabela 2 também mostra a mudança na eficiência, indicando que houve unidades eficientes (4) e ineficientes (1) que assim se mantiveram nos anos inicial e final do período. Por outro lado, houve mudanças de um estado para outro entre 2002 e 2008: 2 eficientes em 2002 passaram a ineficientes em 2008; e 1 no sentido inverso no mesmo período. Todas as unidades, porém, persistiram em níveis bastante elevados de eficiência, sugerindo, em princípio, um forte efeito aprendizado cruzado entre os gerentes de cada PAI no período.

TABELA 2: ESCORES-SÍNTESE DE EFICIÊNCIA (em %)
 MODELO DEA-BCC-O; ESPECIFICAÇÃO COM 9 VARIÁVEIS

PAI	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Chagas	83,2	84,4	82,4	92,4	79,5	86,0	90,3
DFA/Dengue	87,7	100,0	96,0	98,6	98,8	100,0	100,0
HTLV	100,0	84,5	99,2	80,4	79,0	100,0	100,0
Leishmaniose	100,0	100,0	100,0	95,6	98,6	100,0	99,8
Micoses	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0	100,0	100,0
Toxoplasmose	100,0	100,0	100,0	100,0	89,9	97,2	94,6
Tuberculose	100,0	100,0	100,0	100,0	93,4	100,0	100,0
HIV	100,0	100,0	98,2	100,0	95,8	100,0	100,0
Média	96,4	96,1	97,0	95,9	91,3	97,9	98,1
Coef. de Variação	0,07	0,07	0,06	0,07	0,09	0,05	0,04
% Eficiente	75,0	75,0	50,0	50,0	0,0	75,0	62,5

O aumento das despesas das PAIs nesses anos levantou a suspeita de que a produção tivesse incorporado ineficiências, por força de problemas de gestão. A análise comparativa da média anual dos escores calculados é, portanto, de especial interesse: se houve variação negativa do escore médio, sugerindo perda de eficiência de *performance*; e se, ao contrário, positiva, sugerindo ganho de eficiência.

De fato, houve crescimento do valor calculado do escore médio anual de eficiência no período: 96,4% para o ano de 2002; 96,1% em 2003; 97,0% em 2004; 95,9% em 2005; 91,3% em 2006; 97,9% em 2007; e 98,1% em 2008 – vide a Tabela 2. De imediato, portanto, esses resultados indicam que não houve perda de eficiência.

Para investigar essa questão, os registros sistemáticos disponíveis, como vimos, são de periodicidade anual. Diante do baixo poder do modelo para a discriminação dos PAIs eficientes e ineficientes daí resultante, uma questão adicional nessa análise é a de verificar: se houve variação significativa do coeficiente médio de eficiência técnica relativa do subconjunto das PAIs de um ano para outro.

5.2. Resultados do Teste de Precisão Estatística de Estimativas

A propósito, os coeficientes de variação calculados para o conjunto das PAIs no período de análise, não superiores a 9% - vide a Tabela 1, mostram que o escore médio de eficiência técnica de cada ano é representativo da eficiência do subconjunto das PAIs do ano correspondente.

Quanto à diferença dos escores das PAIs de diferentes anos comparados pelo teste de Friedman, como a estatística F para 7 amostras de 8 elementos forneceu o valor 10,107.47, maior que o valor teórico para a distribuição qui-quadrado com 6 graus de liberdade e 95% de confiança, rejeita-se a hipótese nula de que não há preferência entre as amostras, ou seja, pode-se afirmar que existe diferença entre os escores médios de eficiência técnica de diferentes anos.

E com vistas a testar a significância das diferenças entre as médias amostrais de dois anos consecutivos utilizando a técnica Bootstrap, foram obedecidos os passos descritos no final da subseção 4.2. Depois de obtidas as médias amostrais – passo a), foi calculada a estimativa Bootstrap do erro padrão de cada uma das amostras utilizando a expressão (3) – passo b), cujos resultados foram: $S\hat{E}_{BOOT}(2002)=2.2627$; $S\hat{E}_{BOOT}(2003)=2.3806$, $S\hat{E}_{BOOT}(2004)=2,0017$, $S\hat{E}_{BOOT}(2005)=2.2608$; $S\hat{E}_{BOOT}(2006)=2.6231$, $S\hat{E}_{BOOT}(2007)=1,6229$ e $S\hat{E}_{BOOT}(2008)=1,2121$.

Em seguida, obteve-se o resultado da divisão da diferença das médias amostrais entre dois períodos consecutivos pela soma dos respectivos erros padrão – passo c). Para os períodos 2002-03, 2003-04 e 2007-08, os resultados absolutos da divisão foram menores do que 1, enquanto que para os períodos 2004-05, 2005-06 e 2006-07 foram maiores do que 1.

Quando os resultados obtidos do teste de diferença das médias amostrais utilizando a técnica Bootstrap são menores do que 1, pode-se concluir que não há diferença estatística significativa entre as médias amostrais nos períodos considerados. Segundo os resultados obtidos, há diferença estatística significativa, portanto, entre as médias amostrais apenas nos períodos 2004-05, 2005-06 e 2006-07, resultando em crescimento do escore médio anual de eficiência técnica com o desdobramento do período.

Considerando, então, que as médias da eficiência técnica das PAIs anuais crescem com a evolução do período 2002-2008 e que o resultado do teste de Friedman não confirma perda de eficiência, a próxima subseção amplia este horizonte de observação a partir da abordagem markoviana da transição entre as condições de eficiência e ineficiência.

Para completar essas considerações sobre a *performance* das PAIs do IPEC, a próxima subseção incorpora o horizonte de longo prazo à investigação da hipótese de perda de eficiência do conjunto das PAIs, recorrendo à abordagem markoviana da transição entre as condições de eficiência e ineficiência.

5.3. Hipótese Markoviana

Uma primeira observação que merece destaque é que, efetivamente, o percentual de unidades eficientes apresenta, no período, evolução distinta em relação ao caminho temporal dos escores médios, sugerindo que se trata de modos distintos para avaliar a eficiência do “sistema produtivo” representado pelas oito PAIs.

Contando as mudanças de estado para cada ação integrada ao longo do período 2002-2008 e usando as iniciais óbvias obtemos:

E para E = 17; E para I = 9; I para E = 8; I para I = 14.

Podemos, então, escrever a matriz P de probabilidades de transição entre estados (no período). Por exemplo, a probabilidade de passar, no período, de “eficiente” para “ineficiente” é igual a 9/26 (9 que passaram dentre 26 eficientes). Adotando a hipótese markoviana de que, ao longo do tempo, as probabilidades de transição entre estados só dependem do estado anterior, podemos calcular a distribuição percentual das unidades em cada um dos dois estados em termos de equilíbrio dinâmico (Kemeny e Snell, 1972, p. 131). Essa distribuição pode ser escrita como um vetor-linha π cujos elementos somam 1 e que satisfaz a equação matricial $\pi P = \pi$. Resolvendo esta equação obtém-se:

π_E (percentual das Eficientes) = 51,23%; π_{NE} (percentual das Ineficientes) = 48,77% .

Da Tabela 2 pode-se extrair, finalmente, que o percentual eficiente médio no período foi de 55,36% e que o percentual eficiente mediano atingiu 56,25. Assim pode-se argumentar que, em termos agregados (“sistêmicos”), os escores individuais sugerem uma superestimativa da percentagem eficiente no período *vis-à-vis* a distribuição de longo prazo do sistema, indicada pela análise markoviana. Segundo essa análise, parece haver um ligeiro movimento em direção ao aumento da ineficiência do sistema, a longo prazo, se nada for feito em termos gerenciais.

5.4. Planos de Operação Eficientes

O modelo também foi usado para identificar o conjunto de referência – os “pares” - de cada DMU não eficiente: as PAIs relativamente eficientes que podem servir de *benchmarks* para que cada PAI ineficiente também atinja a fronteira de eficiência.

A análise conjunta dos planos de operação pró-eficiência prescritos permitiu concluir que a escolha em simultâneo dos novos *mixes* de insumos e produtos não aumenta a despesa de custeio exclusivo pessoal do IPEC, mas reduz as horas-médico contratadas e que o aumento da quantidade de produto é compatível com a capacidade instalada – vide a Tabela 3.

TABELA 3: PLANO DE OPERAÇÃO CONJUNTO 2002-2008

Input/Output	Varição Absoluta
Hora-Médico (I)	- 19.990 horas/ano \equiv 10,4 médicos (1)
Outros Custeios (I)	- R\$ 240.105,44
Exame (O)	+ 69.734 exames
Consulta (O)	+ 18.423 consultas
Internação (O)	+ 4.533 dias = 16,3 leitos (2)
Produção Científica (O)	+ 53 UPPs do PAI de PQ = 53 artigos
Coorte (O)	+ 673 inclusões
Dissertações e Teses (O)	+ 111 UPPs do PAI de ES = 27,8 teses
Busca em Prontuário (O)	+ 33 buscas

(1) regime de 40hs/semana.

(2) taxa de ocupação médica de Hospitais Universitários Federais com Qtd. (leitos) \leq 200 em 2000. (MARINHO; FAÇANHA, 2001)

6. Conclusões

Em que pese o baixo poder de discriminação das PAIs ineficientes que o modelo DEA pode demonstrar, revelou-se útil porque:

- os dados básicos usados demandaram esforço de inventário e contribuíram para o auto-conhecimento;

- um dos alvos da análise de eficiência é reforçar o compromisso dos gerentes com o objetivo plural do IPEC, justificando preservar todas as variáveis utilizadas na representação das suas atividades;

- o futuro aumento da série histórica hoje disponível e do número de PAIs avaliados irá permitir conclusões mais apuradas;

- o conhecimento das características e do contexto de cada PAI, em particular sobre o efeito do aprendizado para o relacionamento entre as técnicas utilizadas em cada PAI anual, irá amenizar a sua limitação atual;

- os resultados obtidos ainda assim comprovaram ganhos de eficiência de curto prazo ao longo da experiência das PAIs; e

- esses resultados identificaram grandes margens para o aumento do número de consultas, exames, internações, artigos e teses, em busca de eficiência sistêmica do conjunto das PAIs do IPEC.

Adotada, no entanto, a hipótese markoviana sobre a conexão intertemporal do desempenho das PAIs e calculada a sua distribuição percentual de equilíbrio de longo prazo nos dois estados de eficiência, pode-se concluir que existe um ligeiro movimento em direção ao aumento da ineficiência sistêmica, se nada for feito em termos gerenciais.

Nesse sentido, a análise de eficiência logrou caracterizar a mudança organizacional do IPEC como uma estratégia pró-eficiência de produção conjunta de assistência, conhecimento e ensino.

Ou seja, a análise de eficiência que foi empreendida neste estudo procurou apresentar evidências de que, face à informação incompleta de que o gerente dispõe sobre as atividades complexas que envolvem o uso de recursos especializados e face à dotação orçamentária anual pré-estabelecida, a hipótese de maximização da eficiência técnica relativa, subjacente ao modelo (DEA-BCC-O) de caracterização da função objetivo das ações integradas anuais – mirar-se nos pares para maximizar o produto, é consistente para a explicação da escolha de curto prazo dos planos de operação de organizações com a estrutura de PAIs e que são devotadas à estratégia de expansão com diversificação na atividade de

pesquisa clínica, desta forma contribuindo, primeiro, para confirmar o poder explicativo do modelo DEA.

Diante da melhoria de *performance* das PAIs e dos limites constatados, a contribuição gerencial da análise de eficiência, por sua vez, foi oferecer evidências de que,:

- o agravamento dos problemas de coordenação e de compromisso do âmbito da estrutura de Ação Integrada pode demandar esforço adicional de gestão; e
- em princípio, esses problemas não chegam a ofuscar a eficácia da estrutura organizacional de PAI.

7. Referências Bibliográficas

ANDERSON, T. W.; GOODMAN, L. Statistical inference about Markov chains. **The Annals of Mathematical Statistics**, v. 28, n. 1, p. 89-110, 1957.

BANKER, R.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, 30, p. 1078-1092, 1984.

BILLINGSLEY, P. Statistical methods in Markov chains. **The Annals of Mathematical Statistics**, v. 32, n. 1, p. 12-40, 1961.

CHARNES, A.; COOPER, W.; ROHDES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 3, p. 429-444, 1978.

_____. Evaluating program and managerial efficiency: an application of Data Envelopment Analysis to program Follow Through. **Management Science**, v. 27, n. 6, p. 688-697, 1981.

COELLI, T. **A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program**. Australia: University of New England, 1996 (CEPA Working Papers n. 8).

_____; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. Boston: Kluwer, 1998.

CUNILL GRAU, N.; OSPINA BOZZI, S. La evaluación de los resultados de la gestión pública: una herramienta técnica y política. In: *CLAD/AECI*, Cunill Grau, N. & Ospina Bozzi, S. (eds.), **Evaluación de resultados para una gestión pública moderna y democrática: experiencias latinoamericanas**. Caracas, 2003.

DE NEGRI, J. A. **Desempenho exportador das firmas industriais no Brasil: a influência da eficiência de escala e dos rendimentos crescentes de escala**. Brasília, DF: IPEA, 2003. (Texto para Discussão, n. 997)

DOWNING, D.; CLARK, J. **Estatística Aplicada**. São Paulo: Saraiva, 2000.

ECHEBARRÍA, K. Responsabilización y responsabilidad gerencial: instituciones antes que instrumentos. In: *CLAD/AECI*, Echebarría, K. et al. **Responsabilización y evaluación de la gestión pública**. Caracas, 2005.

EFRON, B., TIBSHIRANI, R. J. **An Introduction to the Bootstrap**. New York: Chapman & Hall, 1993.

ESTELLITA LINS, M. P.; ANGULO MEZA, L. (Org.). **Análise envoltória de dados**. Rio de Janeiro: COPPE / UFRJ, 2000.

GRIFELL-TATJÉ, E.; LOVELL, C. A. K. A DEA-based analysis of productivity change and intertemporal managerial performance. **Annals of Operations Research**, n. 73, p. 177-189, 1997.

KEMENY, J. G.; SNELL, J. L. **Mathematical models in the Social Sciences**. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1972.

KREPS, D. Corporate culture and economic theory. **Perspectives on Positive Political Economy**. ALT, J.; SHAPSLE, K. (eds.), p. 90-143, University Press (ed.). New York, Cambridge, 1990.

LEIBENSTEIN, H. Allocative Efficiency vs. “X” – efficiency. **American Economic Review**, v. 56, p. 392-415, jun/66, 1966.

MARINHO, A; FAÇANHA, L.O. **Estudo de eficiência em alguns hospitais públicos e privados com a geração de rankings**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001. (Texto para Discussão, n. 794)

REZENDE, F. C. As reformas e as transformações no papel do Estado: o Brasil em perspectiva comparada. In: Abrucio, F. & Loureiro, M. R. (orgs), **O Estado numa era de reformas: os anos FHC**. Parte 1, Brasília: MP, SEGES, 2002.

SCHWARTZMAN, J. **Um sistema de indicadores para as Universidades Brasileiras**. NUPES/USP. São Paulo: USP, 1994. (Documento de Trabalho no. 5 / 94)

SIEGEL, S. **Nonparametric Statistics**. New York: McGraw-Hill, 1956.

SILVA, L. M. V.; FORMIGLI, L. A. Avaliação em saúde: limites e perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 10, n. 1, p. 80-91, 1994.

SOUZA, M. C. S. de, RAMOS, F. S. Eficiência Técnica e Retornos de Escala na Produção de Serviços Públicos Municipais: O Caso do Nordeste e do Sudeste Brasileiros, **Revista Brasileira de Economia**, v. 53, n. 4 (Out), pp. 433 – 461, 1999.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. Rio de Janeiro: LTC, ed.9, 2005.