

Autorização concedida ao Repositório Institucional da Universidade de Brasília pelo organizador da obra, em 20 de agosto de 2018, para disponibilizar, gratuitamente, o livro Gestão Judiciária: conteúdos e disciplina, de acordo com a licença conforme permissões assinaladas, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da obra, a partir desta data.

A obra continua protegida por Direito Autoral e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

Referência

ROSANO-PEÑA, Carlos; GOMES, Eduardo Bráz Pereira. Eficiência e produtividade no setor público: conceitos e medidas. In: MADURO-ABREU, Alexandre (Org.). **Gestão judiciária: conteúdos e disciplina**. Brasília: Editora IABS, 2018. p. 188-249.

GESTÃO JUDICIÁRIA

conteúdos e disciplinas

Organizador

ALEXANDRE MADURO-ABREU

Autores

MARIA CÉLIA ORLATO SELEM | ANETTE LOBATO MAIA
FLÁVIA FERNANDES COSTA | CHRISTIANA SOARES DE FREITAS
ADALMIR DE OLIVEIRA GOMES | MARCELO FELIPE MOREIRA PERSEGONA
PATRÍCIA GUARNIERI | CARLOS ROSANO PEÑA
EDUARDO BRÁZ PEREIRA GOMES | ANDRÉ MARQUES SERRANO
LUIZ MEDEIROS DE ARAÚJO NETO



Brasília-DF, 2018

ORGANIZAÇÃO

Alexandre Maduro-Abreu

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Flávio Silva Ramos (Editora IABS)

REVISÃO GRAMATICAL E ORTOGRÁFICA

Stela Máris Zica

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Javiera de la Fuente Castellón

Gestão Judiciária: conteúdos e disciplina. Alexandre Maduro-Abreu (organizador), Maria Célia Orlato Selem et al. (autores) Editora IABS, Brasília-DF, Brasil - 2018.

ISBN 978-85-64478-70-1

263 p.

1. Gestão Judiciária 2. Sistema Judiciário. I. Título. II. Editora IABS.

CDU: 340.1

EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE NO SETOR PÚBLICO: CONCEITOS E MEDIDAS

*Professor Carlos Rosano-Peña
Eduardo Bráz Pereira Gomes*

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 1970, o modelo burocrático da administração pública entra em crise. Baseado em organização rígida, forte hierarquia, ênfase nas atividades-meio e total separação entre o privado e o público, este modelo colapsa sob o peso do insustentável déficit e dívida do Estado, bem como da ineficácia e ineficiência dos serviços públicos (CASTRO, 2006). Os governos esgotam as possibilidades de aumentar a cobertura e a qualidade dos serviços públicos, a cidadania demanda mais e se opõe ao aumento dos impostos. Além disso, as grandes distorções que o excesso de tributos traz ficam mais evidentes.

No início dos anos 1980, no Reino Unido e nos Estados Unidos, e posteriormente em outros Estados ocidentais, iniciam-se profundas reformas a partir de um novo paradigma gerencial de administração pública. As reformas vão desde a privatização de empresas públicas e desregulamentação até a introdução de mecanismos que objetivam uma maior racionalidade econômica e produtividade no setor público. Para institucionalizar essas reformas, no Brasil, como em outros países, complementa-se o marco legal. A Emenda Constitucional n. 19, de 14 de junho de 1998, adota o princípio da eficiência na administração pública brasileira.

A necessidade de avaliação das reformas criou uma nova demanda por estudos teóricos e empíricos sobre eficiência e produtividade. Sendo a eficiência e a produtividade uma medida de desempenho e competitividade de empresas e indivíduos, viu-se nelas um valioso instrumento de múltiplas utilidades, listadas a seguir:

a) como uma forma de introduzir pressões competitivas e motivação comportamental para encontrar a direção certa no empreendimento público;

b) como ferramenta gerencial para identificar as melhores práticas de produção, que podem servir de referências para estabelecer metas de melhorias para as unidades de baixo desempenho;

c) como técnica para identificar as folgas, as ociosidades, que permitam a liberação de recursos para aumentar a cobertura e criar novos serviços;

d) como método para determinar o tamanho ótimo das organizações e a combinação ideal de recursos e produtos;

e) como meio para definir orçamentos, pagamento de prêmios e gratificações e prever necessidades futuras de recursos para o desenvolvimento sustentável do setor;

f) como forma de acompanhamento da dinâmica do desempenho no tempo, identificando as mudanças tecnológicas e de competitividade, bem como a existência de tendências de convergência ou divergência nas unidades avaliadas, entre outros.

No entanto, a medição e a gestão da eficiência e produtividade não são tarefas triviais e estão carregadas de problemas, que se multiplicam quando se pretende empregar na administração pública. É notório que os métodos de avaliação e gerenciamento da eficiência e produtividade da iniciativa privada não podem ser utilizados diretamente no setor público. Segundo Pedraja-Chaparro, Salina-Jiménez e Suárez-Pandiello (2001), isso se deve a algumas peculiaridades.

Em primeiro lugar, é peculiar, no fornecimento dos serviços públicos, a multiplicidade de critérios que inclusive podem ser conflitantes do ponto de vista da iniciativa privada. Além da economicidade, a oferta pública deve seguir o critério da promoção da igualdade e do bem-estar social sem qualquer discriminação. Não é possível excluir um consumidor pela capacidade de pagar pelo consumo do bem público. Portanto, exigem-se métodos diferenciados que busquem a maximização simultânea de múltiplos critérios.

Em segundo lugar, os serviços públicos não empresariais se caracterizam pela gratuidade e isenção da tramitação pelo crivo do mercado. A ausência de preços dificulta o cálculo de um valor agregado ou benefício

total dos múltiplos serviços fornecidos, a utilização das tradicionais técnicas econômico-financeiras e de custos de oportunidade, bem como a valoração objetiva e externa da qualidade socialmente necessária. Isso exige a utilização de variáveis intermediárias ou *proxies* dos produtos finais na avaliação¹.

Por fim, o problema da medição e gestão da eficiência e produtividade se agrava pelo caráter monopolista dos serviços públicos, que libera as organizações das pressões da concorrência, da Lei da Falência, da seleção darwiniana de mercado que elimina as empresas privadas ineficientes. A baixa pressão externa de mercado enfraquece a racionalidade econômica na tomada de decisão, relaxa o comportamento otimizador, induz o acomodamento, dificulta a criação de mecanismos efetivos de inovação, eleva o risco moral e os conflitos de interesses, agrava os problemas da assimetria de informação, permitem salários independentes da produtividade, regime diferenciado do setor privado de emprego e aposentadoria, entre outros. A revogação do princípio de comportamento otimizador, aliada à dificuldade de estimar um produto agregado, traz à tona a questão teórica da própria existência de uma função de produção no setor público, ou seja, como equacionar o comportamento de bens e serviços fornecidos em função dos insumos utilizados.

A partir da discussão desses problemas, uma crescente literatura está usando criativamente diferentes métodos para analisar a eficiência e a produtividade no setor público. Inicialmente, nesses estudos, predominou a utilização das técnicas de avaliação da firma, da função de produção e custo. Por exemplo, essa metodologia foi utilizada por Coleman (1966), na análise da eficiência da educação pública americana, e por Feldstein (1967) nos hospitais do serviço de saúde britâ-

¹ Para Gomes e Guimarães (2013, p.02), “avaliar qualitativamente o que se produz no Judiciário não é tarefa fácil porque uma decisão judicial envolve partes distintas que, geralmente, saem do processo de litígio com percepções diferentes. Mais fácil é avaliar o Judiciário com base em indicadores quantitativos. No entanto, esse procedimento é alvo de críticas, já que o mérito das decisões judiciais não é levado em consideração”.

nico. Mas, nas recentes pesquisas empíricas, as funções distância de Shephard (1953) se têm transformado nas mais demandadas. Isso se explica pelas seguintes vantagens: descreve melhor os processos produtivos que utilizam múltiplos insumos para produzir múltiplos produtos; dispensa a utilização dos preços de mercado e a agregação dos produtos em um único valor agregado monetariamente; descarta a hipótese de comportamento eficiente das unidades avaliadas e apresenta inúmeras configurações viáveis para a melhoria das unidades de baixo desempenho, entre outras.

As funções distância de Shephard utilizam dois métodos alternativos: a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) e a Análise de Fronteiras Estocásticas (*Stochastic Frontier Analysis – SFA*). O primeiro é um método não paramétrico e foi utilizado inicialmente por Abraham Charnes, William Cooper e Edward Rhodes (CHARNES et al., 1978) na avaliação de unidades escolares norte-americanas, usando-se técnicas de programação matemática. O segundo é uma ferramenta paramétrica e foi independentemente proposto por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e van den Broeck (1977), usando-se modelos de funções de produção que incluem, além de um erro aleatório fora de controle do gestor, um fator que captura a ineficiência. No entanto, deve-se reconhecer que a utilização deste último método no setor público não empresarial é realmente escassa. Por essa razão, e devido à extensão limitada deste trabalho, se desenvolverá aqui apenas os métodos de Análise Envoltória de Dados (DEA).

Assim, o texto que se apresenta tem como objetivo servir de introdução ao tema da avaliação DEA da eficiência e produtividade no setor público.

Já existem alguns livros com objetivos similares. Entre eles se destacam: Coelli, T.; Rao, P. e Battese, G. (2005), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*; Fox, K. J. (2001), *Efficiency in Public Sector*; Prior, D.; Vergés, J. e Vilardell, I. (1993), *La evaluación de la eficiencia en los sectores privado y público*; Álvarez Pinilla, A. (2001), *La Medición de la Eficiencia y la Productividad*.

A inserção crescente de estudos que avaliam a eficiência do setor público com as técnicas DEA pode ser evidenciada também na literatura sobre a Justiça brasileira. Entre os trabalhos que tratam da eficiência com DEA, é importante citar os relatórios anuais Justiça em Números (2015) elaborados pelo Departamento de Pesquisa Judiciária do Conselho Nacional de Justiça (CNJ) há dez anos, onde se traça um diagnóstico do Poder Judiciário a partir de indicadores relativos a litigiosidade, pessoal e orçamento. Além disso, destacam-se as publicações de Fochezatto (2010), Schwengber (2006), Yeung e Azevedo (2009) e Zaidan (2010). No entanto, até onde se sabe, não existe nenhum livro em português especializado na avaliação da eficiência no setor público, de modo que este texto preenche uma lacuna importante na literatura brasileira.

Este texto está estruturado da seguinte forma: na primeira seção, serão apresentadas as bases gerais da teoria da produção relacionadas ao tema estudado. Em seguida, abordam-se os conceitos e medidas da produtividade e eficiência. Na terceira seção, apresentam-se modelos e exemplos de eficiência técnica global (ET). E, enfim, são feitos os comentários finais. Além disso, no final de cada capítulo, exercícios práticos são fornecidos para reforçar e aplicar os novos conhecimentos na tomada de decisão.

Esperamos que este texto seja útil e, desde já, expressamos nossa profunda gratidão a todos os leitores pelo envio de dúvidas e sugestões.

2 BASES GERAIS DA TEORIA DA PRODUÇÃO

Esta seção parte da apresentação dos fundamentos teóricos sobre os quais repousa a análise da eficiência e produtividade. Inicialmente, conceituam-se os termos produção, tecnologia e conjunto de possibilidade de produção. Isso permitirá, na próxima seção, apresentar os conceitos e medidas da produtividade e eficiência sob o prisma das Ciências Administrativas e Econômicas.

2.1 PRODUÇÃO

De um modo geral, podemos definir produção como sendo qualquer atividade que cria valor, satisfazendo certas necessidades e desejos, ou a transformação de bens e serviços em novos bens e serviços com utilidades maiores.

Os bens e serviços utilizados nessa transformação são chamados de fatores produtivos, meios de produção ou, simplesmente, insumos (*inputs*). Formam um amplo conjunto de recursos, informações e métodos necessários ao processo produtivo. Porém, geralmente, a literatura econômica agrega esses insumos em alguns poucos fatores, como trabalho, capital e materiais. Capital, por exemplo, se refere a um insumo agregado, que inclui tanto recursos monetários (depósitos em um banco que a organização tem) como recursos físicos (máquinas, tratores e ferramentas).

Os bens e serviços resultantes são conhecidos como produtos (*outputs*). Além dos produtos desejados, pode-se considerar também os produtos indesejados, tais como poluição, lixo, produtos defeituosos, reclamações, abandono escolar, reincidência penal, entre outros. A geração desses produtos, muitas vezes, é inevitável com a tecnologia disponível. Mas, diferentemente dos desejados, eles devem ser minimizados, já que representam prejuízos socioambientais, custos adicionais, retrabalhos e assim por diante.

A atividade produtiva abrange todas as ações econômicas associadas ao fornecimento de bens e serviços úteis para um usuário. Entendida em seu sentido amplo, a produção inclui não apenas a fabricação, cultivo, cria de animais, estocagem e distribuição de produtos, mas também qualquer prestação de serviço, seja privado ou público. Nesse sentido, o trabalho dos Tribunais de Justiça dos Estados pode ser contemplado como qualquer outra função de natureza produtiva, representada por uma relação técnica entre um conjunto de fatores produtivos que se combinam adequadamente para obter certos resultados desejados.

A produção traz embutido o principal problema econômico: como satisfazer anseios ilimitados com recursos limitados? Por consequin-

te, antes de começar a produzir, a organização tem que responder às seguintes questões: o que e quanto ofertar, como produzir, qual é a combinação ótima dos insumos, qual é o tamanho ideal da organização, como maximizar os resultados e minimizar os custos.

2.2 TECNOLOGIA

Um processo produtivo pode ser integralmente caracterizado por uma tecnologia, ou seja, o conjunto de recursos, informações e métodos que determina o que e o quanto se pode produzir. A tecnologia resulta da incorporação do conhecimento científico aos processos produtivos e representa a principal restrição enfrentada pelo gestor na otimização dos resultados. Consequentemente, seu conhecimento torna-se um pré-requisito para a análise de desempenho. A tecnologia não se restringe apenas aos aspectos puramente técnicos, às particularidades típicas da engenharia da produção. Em um sentido mais amplo, ela está relacionada também com a capacidade de planejamento e gestão da organização.

2.3 CONJUNTO DE POSSIBILIDADE DE PRODUÇÃO (CPP)

A tecnologia de um determinado setor produtivo é definida pelo Conjunto de Possibilidade de Produção (CPP). Formalmente, $CPP = \{(x, y) : x \text{ pode produzir } y\}$, onde $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)'$ é o vetor ou conjunto de insumos que, após combinados e transformados, pode produzir um vetor de novos bens e serviços $y = (y_1, y_2, \dots, y_s)'$, em um determinado período de tempo. Dessa forma, cada par de vetores (x, y) representa um processo produtivo factível, observados ou não empiricamente.

Para caracterizar a tecnologia, o CPP deve cumprir várias propriedades formuladas em Färe et al. (1989), que incluem, entre outras, as seguintes propriedades:

Propriedade 1. Possibilidade de não produzir (inação), é dizer, $(0, 0)$ pertence ao CPP. Se a unidade produtiva quiser, ela pode ficar parada: nenhum insumo é utilizado e nada é produzido.

Propriedade 2. *No free lunch.* Se $(0, y)$ pertence ao CPP, então $y = 0$, matematicamente: se $(0, y) \in \text{CPP} \rightarrow y = 0$. Em outras palavras, não é possível produzir algo do nada, ou seja, para produzir algo deve ser usado pelo menos um conjunto não vazio de insumos. Porém, é presumível que um vetor não nulo de insumos pode produzir ao menos zero de produção, ou seja, $(x, 0)$ pertence ao CPP. Portanto, o limite inferior que demarca o CPP parte dos eixos dos insumos.

Propriedade 3. O CPP é um conjunto limitado. Essa propriedade garante que, para cada vetor finito de insumos pertencente ao CPP, haja uma quantidade máxima de produtos que se possa produzir, isto é, não é possível produzir infinitos produtos com um dado vetor de insumo.

Propriedade 4. O CPP é um conjunto fechado. Isso significa que os pares de vetores que pertencem às fronteiras do CPP estão contidos no CPP.

Propriedade 5. Livre-descarte (*free-disposal*). É viável gerar um determinado nível de produção utilizando-se uma quantidade maior de insumos ou produzir uma quantidade menor de produtos empregando uma quantidade dada de insumos. Em outras palavras, é possível não maximizar a produção e minimizar o consumo de insumos. Portanto, existem possibilidades de excesso de insumos e/ou folgas na produção.

Propriedade 6. Possibilidade de rendimentos crescentes de escala. Nesse caso, o aumento da quantidade utilizada de insumos determina um aumento relativamente superior na quantidade do produto. Por exemplo, um acréscimo de 10% dos insumos determina uma ampliação de 20% da produção. Isso pode ser o resultado do efeito sinergia, que, de modo geral, pode ser definida como uma combinação de dois ou mais recursos de forma que o resultado dessa combinação seja maior do que a simples soma dos resultados que esses recursos teriam separadamente.

Propriedade 7. Possibilidade de rendimentos constantes de escala. Nesse caso, o aumento da quantidade utilizada de insumos determina um aumento exatamente proporcional à quantidade do produto, ou seja, a reescalagem dos insumos reescala o produto pelo mesmo fator.

Por exemplo, um acréscimo de 10% dos insumos determina uma ampliação de 10% da produção.

Propriedade 8. Possibilidade de rendimentos decrescentes de escala. Nesse caso, o aumento da quantidade utilizada de insumos determina um acréscimo relativamente menor que a quantidade do produto. Por exemplo, um acréscimo de 10% dos insumos determina uma ampliação de 5% da produção.

Propriedade 9. CPP é um conjunto convexo. Um conjunto é convexo quando todo segmento de reta ligando dois pontos do conjunto está contido no CPP. Deve-se destacar que essa propriedade é desobedecida pela Propriedade 6.

Essas propriedades do CPP determinam um espaço multidimensional ($s+m$ dimensões) dos números reais não negativos (\mathbb{R}_+^{s+m}) formado pela fronteira tecnológica e os eixos das coordenadas do vetor \mathbf{x} , ou seja, $\text{CPP} = \{(x,y): y \leq f(\mathbf{x}), \mathbf{x}, \mathbf{y} \geq \mathbf{0}\}$, onde $f(\mathbf{x})$ representa a fronteira do CPP, a máxima produção possível com um dado nível de insumo e a tecnologia disponível em um momento dado, e o sinal (\leq) adverte sobre a possibilidade de livre-descarte, quer dizer, a possibilidade de se produzir um número menor de qualquer y com a mesma quantidade de *inputs*, ou de se exigir uma quantidade maior de insumos para um dado nível de produção.

Portanto, a fronteira do CPP é formada pelo conjunto de organizações de maior nível de produção admissível com determinados níveis de *inputs* ou, alternativamente, de menor quantidade de *inputs* para produzir um dado vetor *output*. Isso significa que as melhores práticas são as unidades eficientes e que, com efeito, produzem o máximo de produto tecnologicamente possível para uma dada quantidade de insumos. O subconjunto de ineficientes consiste nas unidades localizadas entre a fronteira e os eixos das coordenadas dos insumos.

O CPP para o caso mais simples, com apenas um insumo para produzir um produto, pode ser visualizado na Figura 1. O espaço entre a fronteira $y = f(x)$ e o eixo dos insumos (x) indica o CPP, ou seja, os $y \leq f(\mathbf{x})$. Essa área está dividida em três partes. Na primeira, a fronteira mostra retornos crescentes de escala, em que o acréscimo da produção

pode ser acelerado. Na segunda, existem retornos constantes de escala, quando a unidade produtiva está operando na capacidade ótima, como veremos. Na terceira, observam-se retornos decrescentes, em que o acréscimo do produto está diminuindo. Isso ocorre quando a unidade está operando acima da sua capacidade ótima.

O CPP pode ser representado de outras duas formas: 1) Conjunto de insumos factíveis para um dado nível de produção, $X(y) = \{x: (x, y) \in \text{CPP}\}$. Ele pode ser visualizado na Figura 2a, em que x_1 e x_2 representam os insumos necessários para produzir um dado y e $X(y)$, a área sombreada, representa todas as combinações de insumos viáveis para a produção de y . Sua fronteira inferior é chamada de isoquanta do plano de insumos e expressa a combinação mínima de x_1 e x_2 necessária para produzir y ; 2) Conjunto de produção para um dado nível de insumo, $Y(x) = \{y: (x, y) \in \text{CPP}\}$. Ele pode ser representado com ajuda da Figura 2b, em que y_1 e y_2 representam os produtos que podem ser gerados com um dado nível de consumo de insumos, isto é, $Y(x)$, a área sombreada, representa as combinações de produtos viáveis produzidos com x . Nesse caso, a curva superior é chamada de isoquanta do plano de produção e expressa a combinação máxima de y_1 e y_2 fatível com o vetor x , ou seja, a fronteira do plano de produtos.

3 CONCEITOS E MEDIDAS DA PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA

A eficácia, produtividade e eficiência são vocábulos de uso comum na análise de atividades produtivas. Utilizam-se cotidianamente como sinônimos no sentido de que eles são indicadores do excelente desempenho. Em uma gestão ótima, os três conceitos devem consubstanciar-se, já que o bom desempenho de um não pode combinar com o péssimo desempenho de outro; isso é insustentável no longo prazo. No entanto, a sinonimização desses conceitos pode levar a confusões, visto que eles *per se* expressam aspectos diferentes do processo produtivo. Daí, é necessário especificar cada um dos três conceitos.

Figura 1 – Representação gráfica do CPP

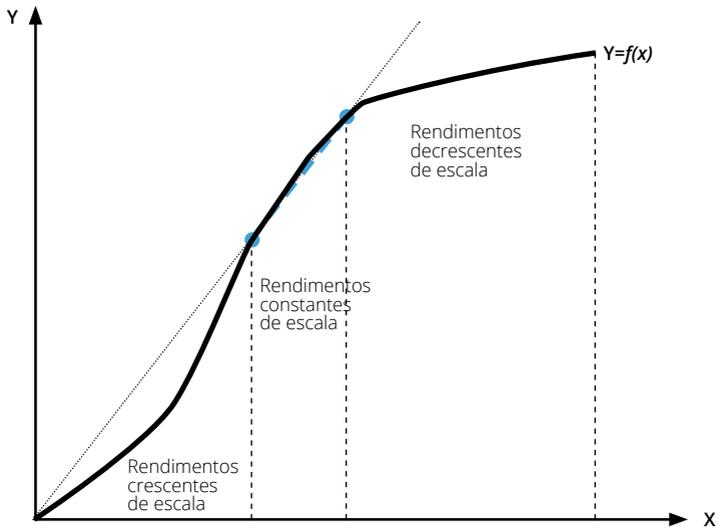


Figura 2a – Conjunto de insumos factíveis para um dado nível de produção.

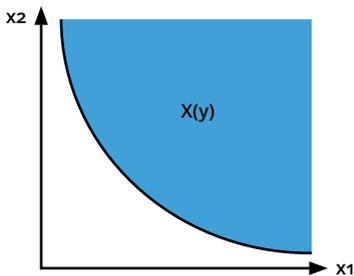
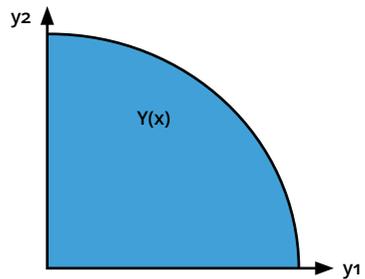


Figura 2b – Conjunto de produção para um dado nível de insumo.



3.1 EFICÁCIA

A eficácia expressa a capacidade de produzir um efeito desejado e possível. Pode ser medida pela relação entre os resultados obtidos e os possíveis, quer dizer, ser eficaz é conseguir atingir ou superar um dado propósito. É ser objetivo e cumprir com seu planejamento inicial. Portanto, a eficácia está orientada prioritariamente ao resultado obtido, sem levar em conta os recursos usados para tal.

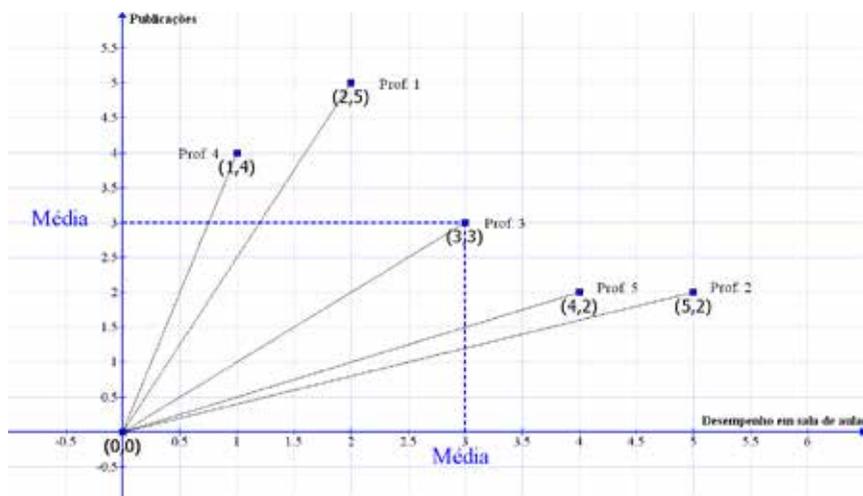
No setor público, a eficácia deve concentrar-se na qualidade do resultado e nas quantidades necessárias de certas ações públicas. Dessa forma, uma organização eficaz oferta o volume adequado do produto certo para determinada necessidade. Quanto mais perto chega da meta desejada, mais eficaz ela é. Por exemplo, se um Tribunal de Justiça de Estado, que tinha como meta diminuir, em um determinado período, os processos pendentes em 15%, conseguiu uma redução de 21%, pode-se dizer que esse tribunal foi altamente eficaz, que seu índice de eficácia é 1,4 ($= 21/15$) e superou a meta em 40%. Por sua vez, a ineficácia está ligada a índices menores que 1, e quanto menor esse índice, maior a ineficácia. Se a organização atingiu um índice de 0,8, ela deve melhorar seu resultado em 20% para tornar-se eficaz.

A mensuração da eficácia complica-se quando existem múltiplos objetivos a serem alcançados simultaneamente. Essa mensuração exige uma ponderação dos objetivos, a definição da importância relativa de cada um deles. Porém, os agentes tomadores de decisão, geralmente, possuem pontos de vista conflitantes e diferentes juízos de valores, o que pode levar a ponderações subjetivas e arbitrárias.

Para exemplificar, pode-se pensar inicialmente em cinco professores que, no geral, devem atingir dois objetivos: publicar suas pesquisas e ter bom desempenho em sala de aula. Conforme a Figura 3, os vetores representam o desempenho dos docentes. O professor 1 tem o maior número de publicações e é o mais eficaz nesse quesito, mas seu desempenho em sala de aula está abaixo da média. O professor 2, pelo contrário, tem o melhor desempenho em sala de aula e é o mais eficaz

na prática docente, porém, como pesquisador, sua *performance* está abaixo da média. O professor 3 tem um desempenho médio em ambas as dimensões. Portanto, se utilizarmos o conceito de dominância, se verificará que não existe superioridade entre eles. Nenhum deles é superado plenamente pelo outro. Apenas podemos afirmar que existe uma dominância no desempenho do professor 1 sobre o professor 4, pois este tem um menor desempenho em ambas as dimensões, e uma dominância do professor 2 sobre o professor 5, já que este, tendo a mesma atuação científica, apresenta um menor desempenho em sala de aula.

Figura 3 – Exemplo: Desempenho dos professores em sala de aula e com publicações.

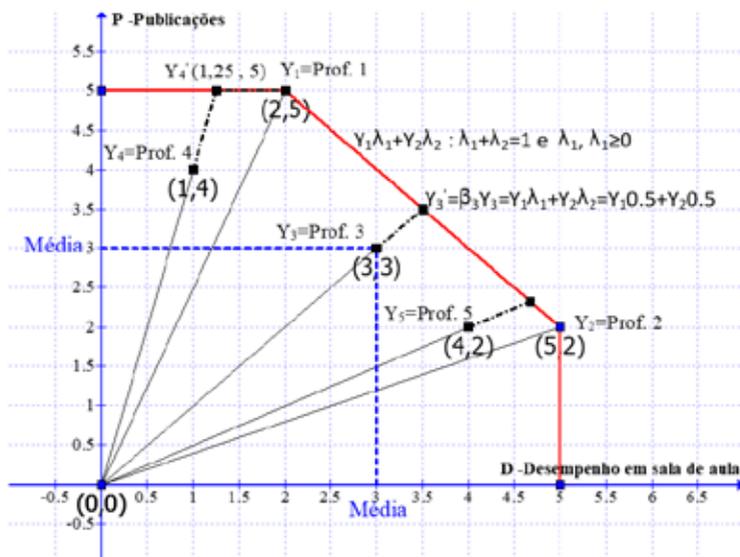


Aqui surgem inevitavelmente algumas questões. Qual dos três primeiros professores é melhor, mais eficaz? Qual dos critérios (objetivos) é mais relevante? Não será contraproducente subordinar algum critério a outro? Como reconhecer a grande variedade de habilidades cognitivas humanas e a relativa autonomia entre elas?

Se for inadequada a hierarquização dos critérios, se se reconhece o livre-arbítrio do professor para aproveitar com maior ênfase suas

habilidades competitivas e busca-se um método objetivo para ponderar esses critérios, pode-se utilizar a análise de fronteira de possibilidade, parte da demarcação de uma divisa entre o obtido e o possível. Essa fronteira é formada pela combinação linear convexa das melhores práticas em cada um dos critérios e, no exemplo, representa todas as possíveis formas de combinar os perfis dos professores 1 e 2, conforme a Figura 4. Os pontos que formam essa fronteira são chamados ótimos de Pareto, que são atingidos quando é impossível melhorar a situação de um critério sem piorar a de outro. Formalmente, no caso dos 5 professores, a fronteira (combinação linear convexa) é $Y_1\lambda_1+Y_2\lambda_2+Y_3\lambda_3+Y_4\lambda_4+Y_5\lambda_5$ de tal forma que $\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5 = 1$, $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5 \geq 0$, em que os λ são as intensidades de cada professor na definição da fronteira. Porém, como apenas Y_1 e Y_2 são eficazes, isto é, como não existe outra unidade ou combinação de unidades que consiga melhorar a produção deles, a fronteira será formada por Y_1 e Y_2 , ou seja, $Y_1\lambda_1+Y_2\lambda_2$. Desse modo, $\lambda_3, \lambda_4, \lambda_5 = 0$ e $\lambda_1+\lambda_2 = 1$, conforme a linha vermelha da Figura 4.

Figura 4 – Desempenho de professores e fronteira de eficácia.



Na Figura 4, nota-se que a fronteira domina as práticas menos eficazes, supondo-se que elas são superadas por um professor virtual que combina as melhores práticas observadas, ou seja, que representa uma média ponderada dos professores 1 e 2. O nível de ineficácia relativa dos pontos abaixo da fronteira pode ser calculado pela distância que separa cada ponto da fronteira, usando-se o comprimento da hipotenusa do triângulo retângulo segundo o Teorema de Pitágoras.

Por exemplo, nota-se que Y_3 é dominada pela fronteira, já que esse vetor teria que aumentar em aproximadamente 16% ($\sqrt[3]{3,5^2 + 3,5^2} / \sqrt[3]{3^2 + 3^2} = 1,166667$) para projetar-se na fronteira. Esse valor é dado pela relação entre as distâncias (comprimentos) dos segmentos de reta $\overline{OY'_3}$ e $\overline{OY_3}$, em que o par ordenado de Y'_3 é encontrado na intercepção da reta que passa pelos pontos Y_1 e Y_2 e da reta que parte da origem e passa pelo ponto Y_3 . Em outras palavras, isso significa que se pode encontrar um escalar $\beta_3 = 1,166667$ que multiplicado pelo vetor Y_3 resulta Y'_3 , de tal forma que essa projeção não ultrapasse a fronteira, $\beta Y_3 \leq Y_1 \lambda_1 + Y_2 \lambda_2$. Assim, esse β pode ser chamado de índice de eficácia relativa que, nesse caso, mostra quanto teria que aumentar o desempenho didático e a produção científica do professor avaliado para ser parte da fronteira de objetivos ótimos. Esse índice deve ser maior ou igual a 1. Caso seja igual a 1, isso significa que o professor é eficaz, ou seja, que seus resultados atingem o valor máximo fatível. Entretanto, caso β seja maior que um isso denota que é ineficaz e, portanto, pode melhorar seu desempenho. Esse índice também pode ser dado por seu inverso, por exemplo, $1/\beta_3 = 0,8568$ ($1/1,16667$) mostra que o desempenho de Y_3 alcança 85,68% do que poderia atingir.

Procedendo de forma análoga à Y_3 , obtêm-se os índices de eficácia relativa dos outros professores. Eles estão registrados na Tabela 1. Em especial para o caso de Y_4 , observa-se que não é suficiente multiplicar o vetor (1, 4) pelo índice de eficácia ($\beta_4 = 1,25$), já que o ponto Y_4' , conforme a Figura 4, não está maximizando o critério D. Y_4 poderia melhorar o critério D espelhando-se em Y_1 . Portanto, para Y_4 converter-se em um ponto ótimo, deve projetar-se inicialmente no ponto $Y_4' = (1,25, 5)$ e,

posteriormente, no ponto (2 , 5). Essa segunda projeção (de Y4' para Y1) é chamada projeção não radial e evidencia a existência de folga (*slack*) no desempenho docente. Estritamente falando, um ponto é ótimo de Pareto se o índice de eficácia relativa é 1 e não existem folgas. Dessa forma, a fronteira ótima é formada por $Y_1\lambda_1+Y_2\lambda_2$.

Tabela 1 – Índices de eficácias relativas.

PROFESSORES	EFICÁCIA RELATIVA (β) EM %
Y1	100
Y2	100
Y3	116,67
Y4	125
Y5	116,67

Os β s, os λ s e as folgas (S_d e S_p) para todos os pontos (professores) avaliados podem ser encontrados resolvendo para cada caso (professor) um problema de programação linear (PPL). Esses problemas são modelos de otimização com restrições, expressos para um Y_3 como segue:

Maximizar β_3 sujeito a:

$$5\lambda_1 + 2\lambda_2 + 3\lambda_3 + 1\lambda_4 + 4\lambda_5 - S_d\beta_3 = 3\beta_3$$

$$2\lambda_1 + 5\lambda_2 + 3\lambda_3 + 4\lambda_4 + 2\lambda_5 - S_p\beta_3 = 3\beta_3$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 = 1$$

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5 \geq 0$$

$$S_p\beta_3, S_d\beta_3 \geq 0$$

Com a ajuda desse tipo de problema pode-se também determinar as melhores ponderações das dimensões, ou seja, os pesos mais favoráveis para o ótimo desempenho.

Esse tipo de problema de otimização pode ser resolvido com o uso da metodologia DEA (CHERCHYE et al., 2007). Para isso, existem vá-

rios *softwares*: Solver do Excel, Lindo, R, Matlab, SAS, EMS: Efficiency Measurement System, DEAP, DEA-SAED e SIAD. Estes dois últimos são brasileiros. Mas, neste trabalho, recomenda-se o EMS e o DEAP por apresentarem menos limitações e serem os *softwares* livres mais utilizados para a DEA.

Os resultados da execução desses programas estão na Tabela 2. Com base nesses resultados e conforme a Figura 4, é possível chegar às seguintes conclusões:

1. Cada ponto (professor) dá diferentes pesos às variáveis;
2. Os pontos Y₃, Y₄ e Y₅ são ineficazes;
3. Para Y₃, Y₄ e Y₅ melhorarem seu desempenho, devem atingir as metas registradas na Tabela 2;
4. As metas devem considerar o movimento radial e não radiais de *slacks* (folgas);
5. As metas tomam como referência os pontos eficazes Y₁ e Y₂ com as intensidades dadas por λ , por exemplo, para Y₅ as metas são $\lambda_1 Y_1 + \lambda_2 Y_2 = 0,11(2, 5)' + 0,89(5, 2)'$, ou seja, $0,11(2) + 0,89(5) = 4,67$; $0,11(5) + 0,89(2) = 2,33$;
6. O ponto Y₁ serve de referência três vezes e Y₂ duas vezes.

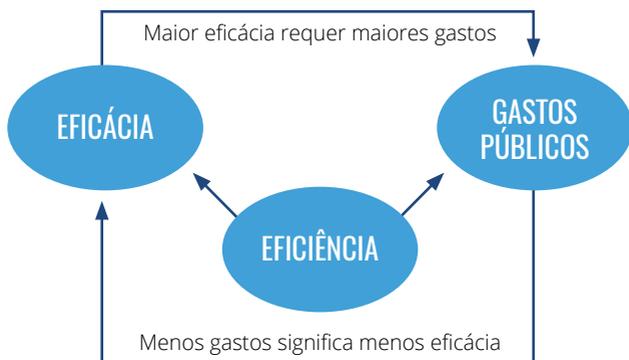
Tabela 2 – Resultados da análise dos professores.

PROFESSOR	VARIÁVEIS	VALOR ORIGINAL	PESO DAS VARIÁVEIS	MOVIMENTO RADIAL	MOVIMENTO NÃO RADIAL	META DE MELHORIAS	REFERÊNCIAS
Y ₁ β = 1	D	2	1	0	0	2	Y ₁
	P	5	0	0	0	5	
Y ₂ β = 1	D	5	1	0	0	5	Y ₂
	P	5	0	0	0	2	
Y ₃ β = 0,857	D	3	0,5	0,5	0	3,5	Y ₁ (λ ₁ = 0,5) Y ₂ (λ ₂ = 0,5)
	P	3	0,5	0,5	0	3,5	
Y ₄ β = 0,8	D	1	1	1,25	0,75	2	Y ₁ (λ ₁ = 1)
	P	4	0	5	0	5	
Y ₅ β = 0,857	D	4	0,67	4,6668	0	4,6668	Y ₁ (λ ₁ = 0,11) Y ₂ (λ ₂ = 0,89)
	P	2	0,33	2,3334	0	2,3334	

Além disso, mesmo que a eficácia não leve em conta os recursos usados para atingir os resultados, com frequência, decorrente de abordagens superficiais, acredita-se que existe uma relação direta entre eficácia e gastos públicos. Parece que qualquer redução dos recursos orçamentários envolve um declínio inexorável dos níveis de eficácia dos serviços públicos, bem como melhorias na eficácia precisam de mais recursos financeiros. No entanto, essa relação pode ser espúria quando existem evidências de ineficiência. A maior alocação de recursos não garante melhores resultados se antes não se solucionar a ineficiência. Maiores recursos para organizações ineficientes podem traduzir-se em maiores desperdícios (ROSANO-PEÑA et al., 2012).

Como indicado por Prior (2011), essa relação direta padece de um excessivo reducionismo e carece de suporte teórico e empírico, já que, nessa relação, não se pode deixar de considerar o efeito mediador da eficiência. Revelando alguns exemplos, o autor demonstra que uma gestão mais eficiente pode reduzir a despesa pública e, por sua vez, aumentar os níveis de eficácia. Portanto, a redução da despesa pública não implica necessariamente uma redução líquida nos níveis de eficácia. Considerando esse fato, uma representação mais precisa dessa relação pode ser como a demonstrada na Figura 5.

Figura 5 – Efeito mediador da eficiência entre os níveis de despesa pública e eficácia.



Fonte: Spinelli e Luciano – CGU (2015).

3.2 PRODUTIVIDADE

A produtividade deve ser um dos termos mais antigos da teoria econômica. Segundo Martins e Laugeni (2005), ele já era utilizado pelo economista fisiocrata francês François Quesnay em 1766. Esse termo pode ser definido como sendo a relação entre um *output* (y) e um *input* (x) - (y/x), de tal forma que quanto maior for essa relação, maior é a produtividade. Muitas vezes é medida por trabalhador, expressando-se a quantidade de produto que se obtém utilizando uma unidade de trabalho. Na agricultura, com frequência, a produtividade é medida por hectares de terra. Graficamente a produtividade de cada ponto do CPP pode ser representada pela inclinação das retas (y/x) que partem da origem e passa pelo ponto em questão, conforme Figura 1. Essas relações são chamadas de produtividade parcial, já que mostram o nível de aproveitamento de apenas um insumo.

Todavia, em uma situação de múltiplos insumos, a produtividade calculada desse modo passa a ser um indicador inadequado para tirar conclusões gerais sobre desempenho. Ele possibilita que se atribua a um insumo o resultado gerado por outros *inputs* não incluídos na relação. Em outras palavras, o acréscimo na produtividade de um insumo pode ser obtido em detrimento da diminuição da produtividade de outro recurso, dada a existência de múltiplas formas de combinar os insumos para atingir um determinado nível de produção e da possibilidade de substituição parcial de um insumo por outro.

Por exemplo, suponham-se três Tribunais de Justiça Estaduais que, conforme a Tabela 3, utilizam dois recursos humanos (juízes e servidores técnico-administrativos) para a obtenção de um *output* (sentenças proferidas) em um dado mês, considerando as outras variáveis idênticas. Calculada a produtividade por juízes, observa-se que o TJE-2 é o tribunal mais produtivo, com 400 processos por juiz, seguido por TJE-1 e TJE-3. No entanto, considerando a produtividade por servidor técnico-administrativo, o TJE-1 é o mais bem-sucedido, com 20 processos por servidor, superando o TJE-2 e o TJE-3. Dessa forma, nada nos autoriza

a afirmar absolutamente que TJE-2 é melhor que TJE-1 ou vice-versa. Ambos combinam de maneira diferente os insumos, adotam diferentes métodos (tecnologias) e podem ser as melhores referências na combinação de tecnologias adotadas. Apenas podemos garantir que o TJE-3 é o mais improdutivo, deixando de ser uma boa prática.

Para tornar mais evidente essa ideia, suponha-se que cada juiz custe R\$ 10.000 e cada servidor R\$ 5.000 por mês. Assim, podemos estimar os custos com esses recursos e a produtividade por real gasto. Conforme se observa na Tabela 3, a produtividade em valores monetários de TJE-1 e TJE-2 pode ser a mesma. É lógico que mudanças não proporcionais de salários dos recursos humanos envolvidos podem romper o empate da produtividade em R\$. Porém, o desempate pode ser em benefício tanto de um quanto de outro. O mesmo não acontece com o TJE-3. Sendo superado por TJE-1 e TJE-2 nas duas produtividades, o TJE-3 jamais ocupará o primeiro lugar na produtividade por real gasto para qualquer nível de salário, devido ao fato de utilizar mais juízes e servidores que os outros tribunais.

Tabela 3 – Produtividade

TRIBUNAIS ESTADUAIS	TJE-1	TJE-2	TJE-3
Juízes (x1)	300	150	350
Técnico-administrativos (x2)	3.000	3.300	3.750
Sentenças proferidas (y)	60.000	60.000	60.000
Produtividade y/x_1	200	400	150
Produtividade y/x_2	20	18,181	16
Custos(C) = $(x_1 * R\$ 10000) + (x_2 * R\$ 5000)$	R\$ 18.000.000,00	R\$ 18.000.000,00	R\$ 22.750.000,00
Produtividade por real gasto = y/C	0,003	0,003	0,026

Quando existem múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs* no processo de produção, é necessário ponderar os *inputs* e *outputs*, substituindo-os por um valor agregado. Assim, surge um conceito mais exaustivo, chamado de produtividade total dos fatores (PTF). Ele é definido como o quociente entre a soma ponderada dos s *outputs* (y) produzidos e a soma ponderada dos m *inputs* (x) utilizados:

$$PTF = \frac{v_1 y_1 + v_2 y_2 + \dots + v_s y_s}{u_1 x_1 + u_2 x_2 + \dots + u_m x_m} = \sum_{r=1}^s v_r y_r / \sum_{i=1}^m u_i x_i = \frac{\text{Produto agregado}}{\text{Insumos agregados}}$$

em que os s u e os m v são as respectivas ponderações dos produtos e insumos que permitem criar o valor agregado dos y e x .

Para ponderar ou estabelecer a importância relativa dos insumos e os produtos (dados em diferentes unidades de medida), pode-se usar os preços de mercados. E, se estão disponíveis os preços, os produtos e os insumos para dois períodos seguidos, pode-se, também, estimar a evolução da produtividade de cada unidade produtiva de um período para outros (PTF1/PTF0).

A mudança da PTF é geralmente estimada usando-se a teoria dos números índices que toma como referência os preços de apenas um ano para ponderar os *inputs* e os *outputs* de dois períodos. Considerando-se os preços do primeiro ano (ano-base - 0), o índice de PTF calculado é chamado de índice de Laspeyres. No entanto, o índice com base nos preços do segundo período é chamado índice de Paasche. Existem outros, como o índice de Fisher, que utiliza uma média geométrica dos dois índices anteriores para avaliar o desempenho da PTF. Mas, como já foi citado, no setor público os preços dos insumos podem ser pouco representativos e os dos produtos inexistir. Portanto, a teoria dos números índices foge do escopo deste trabalho. Para mais detalhes, recomenda-se o livro de Hoffmann, R. (2006), *Estatística para economistas*.

Outra opção é a utilização de informações exógenas, como opinião de especialistas ou atribuição de pesos iguais a todas as variáveis. Porém, essas técnicas são fortemente criticadas por seu subjetivismo.

3.3 EFICIÊNCIA

Geralmente, a eficiência define-se como a capacidade (de uma pessoa, máquina, técnica ou empreendimento) de conseguir o melhor rendimento com o mínimo de erros, energia, tempo, dinheiro, mão de obra, materiais, máquinas ou, simplesmente, meios (HOUAISS, 2001). Na Economia e na Administração, esse conceito pode-se definir como a competência de utilizar, da melhor maneira possível, os escassos recursos disponíveis para obter o desempenho ótimo nos trabalhos socialmente necessários.

Assim, a eficiência em uma unidade produtiva é atingida quando se maximiza a receita e se minimiza o custo, quando não existe outra unidade ou combinação de unidades que consiga melhorar a produção e o consumo de insumos. Trata-se, assim, de um conceito relativo, baseado na comparação da relação custo-benefício de uma unidade produtiva com as melhores práticas. Ela não pode ser mensurada de forma independente do seu grupo de comparação.

Na literatura especializada, essa eficiência é chamada de eficiência econômica ou global (EG) e, sendo o conceito mais amplo, pode ser subdividida, segundo Farrell (1957), em duas componentes: eficiência técnica global (ET) e eficiência alocativa (EA). Estas, por sua vez, podem ser decompostas em dois tipos e orientadas à redução dos insumos com o mesmo nível de produção ou ao aumento dos produtos com um fixo consumo de insumos, conforme a Figura 6.

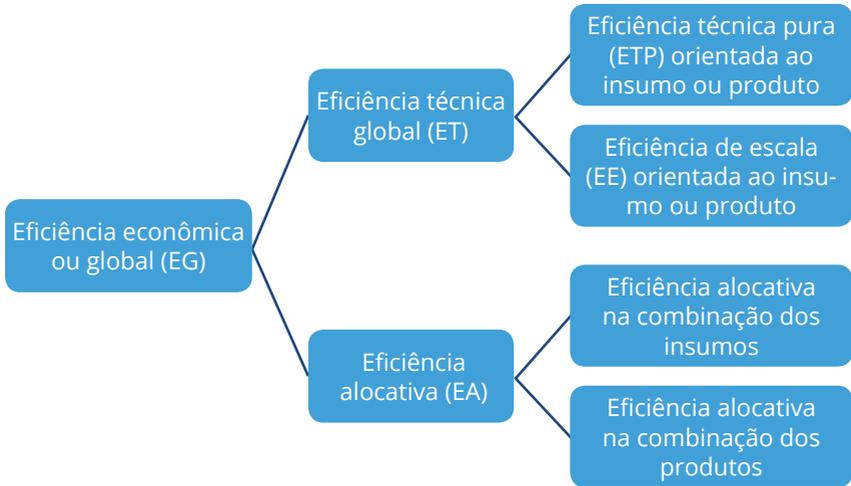
Esses tipos de eficiência são desenvolvidos a seguir.

A eficiência técnica global (ET) envolve apenas os aspectos físicos do processo produtivo e indica a habilidade de uma organização na maximização da relação produto insumo (y/x).

A eficiência alocativa (EA) envolve também os preços dos insumos e produtos. Reflete a habilidade da unidade produtiva em definir a combinação dos insumos e dos produtos que, respectivamente, minimiza os custos e maximiza a receita.

A eficiência econômica (EG) combina as duas eficiências anteriores e é igual ao produto destas.

Figura 6 – Tipos de Eficiência



Para inter-relacionar esses conceitos, tendo em conta vários fatores de produção e vários produtos, Farrell (1957) propôs a utilização das duas formas de representar o CPP: 1) conjunto de insumos factíveis para um dado nível de produção, e 2) conjunto de produção para um dado nível de insumo.

3.3.1 Índices orientados aos insumos

No conjunto de insumos factíveis para um dado nível de produção, Farrell ilustrou suas ideias por meio de um exemplo simples, no qual as organizações utilizam dois *inputs* (x_1 e x_2) para produzir uma unidade do output y , sob a hipótese de retornos constantes de escala, conforme a Figura 7. Nessa figura, as unidades que formam a isoquanta do plano dos insumos (A, B, C e D) classificam-se como eficientes em termos técnicos (ET), já que são as unidades que minimizam os insumos para o nível de produção dado. As que não atingem esse mínimo colocam-se acima dessa fronteira, classificando-se como ineficientes. Dessa forma, a distância que separa cada unidade dessa isoquanta indica o nível de ineficiência técnica global (ET). Por exemplo, se uma organização utiliza

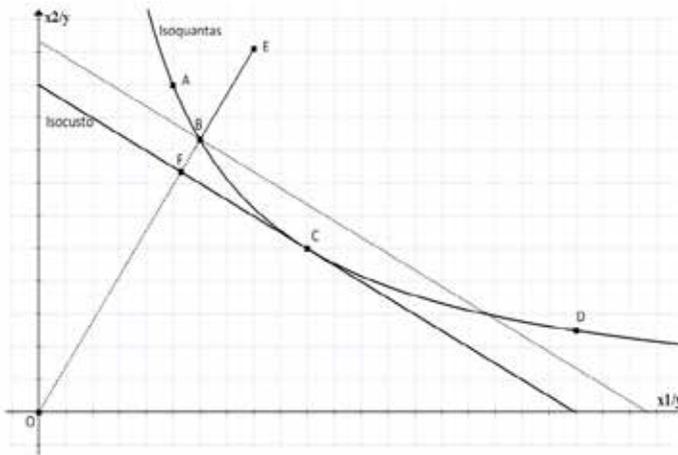
quantidades de insumos definidas pelo ponto E para produzir uma unidade de produto y, a ineficiência técnica será representada pela distância \overline{BE} , que representa o menor montante que todos os *inputs* poderiam ser reduzidos (mantendo a mesma razão entre si) sem alterar o nível de produção y. Essa ineficiência em valores relativos é normalmente expressa pela relação $\overline{OB}/\overline{OE}$. Assim, $(1 - \overline{OB}/\overline{OE}) \cdot 100$ indica em quanto a unidade E pode reduzir proporcionalmente os custos para ter eficiência técnica global.

Figura 7 – Medida de eficiência técnica global (ET) orientada aos insumos.



Seguindo a análise anterior, surge o conceito de eficiência alocativa de insumos (EA). Nesse caso, a eficiência alocativa busca a melhor combinação dos insumos dentro das diferentes oportunidades de eficiência técnica global, de modo a minimizar custos. Por exemplo, se o preço das máquinas robotizadas cai em relação ao preço da mão de obra, as empresas tendem a minimizar os custos utilizando menos trabalho e mais máquinas para o mesmo nível de produção. Esse custo mínimo está determinado pelos preços unitários dos insumos utilizados (p_1, p_2) que determinam a chamada linha isocusto: $C = p_1x_1 + p_2x_2$. Plotando essa linha na Figura 7, obtém-se a Figura 8.

Figura 8 – Eficiência técnica global (ET) e eficiência alocativa (EA) orientada aos insumos.



Na Figura 8, observa-se que, com a linha isocusto dada, isto é, com o orçamento e os preços existentes, a unidade C é a única que tem eficiência alocativa, que faz a escolha de x_1 e x_2 minimizadora dos custos, já que as outras unidades (com e sem eficiência técnica global) devem exigir um custo (orçamento) maior. Por exemplo, nota-se que a linha pontilhada, que representa o orçamento necessário para produzir y utilizando as quantidades de insumos definidas pelo ponto B, situa-se acima do isocusto de C. Essa localização da linha pontilhada evidencia uma escolha dos insumos com um custo maior que os gastos com C. Dessa forma, a distância \overline{BF} representa o nível de ineficiência alocativa de B, ou seja, a redução no custo de produção que ocorreria caso a unidade B realocasse os recursos como C. Portanto, pode-se obter o nível de ineficiência alocativa de B e E pela relação $\overline{OF}/\overline{OB}$. Alternativamente, pode-se afirmar que a unidade B pode reduzir proporcionalmente os custos em $(1 - \overline{OF}/\overline{OB}) \cdot 100$ para ter eficiência alocativa.

Nesse sentido, a eficiência alocativa é uma extensão da eficiência técnica global, uma vez que envolve, além dos aspectos físicos, os monetários. Em outras palavras, a produção, para ter eficiência alocativa,

requer a máxima eficiência técnica global. Porém, uma organização tecnicamente eficiente pode ser ineficiente em termos alocativos, se ela não faz a escolha dos insumos que minimizam os custos.

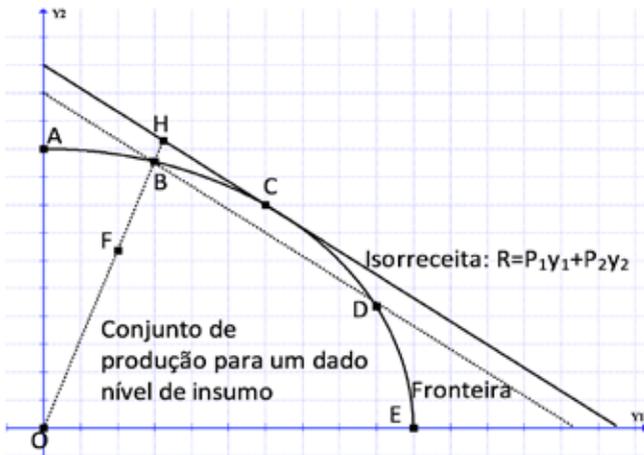
Tendo definidas a eficiência técnica global (ET) e a eficiência alocativa (EA) orientada aos insumos, fica mais claro o significado da eficiência global (EG), já que esse desempenho se atinge quando se maximizam as duas anteriores. A eficiência global (EG) é igual à eficiência técnica global multiplicada pela eficiência alocativa ($EG = ET \cdot EA$). Por exemplo, como o índice de eficiência técnica global da unidade E é $\overline{OB}/\overline{OE}$ e seu índice de eficiência alocativa é $\overline{OF}/\overline{OB}$, a eficiência global será dada por $EGE = \overline{OB}/\overline{OE} \cdot \overline{OF}/\overline{OB} = \overline{OF}/\overline{OE}$.

3.3.2 Índices orientados aos produtos

Da mesma forma que no caso anterior, Farrell (1957) exemplifica a diferença entre os conceitos de eficiência técnica global (ET), eficiência alocativa (EA) e eficiência global (EG) usando índices orientados a produtos, ou seja, o conjunto de produção para um dado nível de insumo. O autor dá um exemplo fácil de organizações que produzem dois *outputs* (y_1 e y_2) com um único *input*. Mais uma vez, se assumirmos retornos constantes de escala, podemos representar o processo produtivo por meio de uma curva de possibilidades de produção em duas dimensões. Esse exemplo é ilustrado na Figura 9, em que a curva é a fronteira do CPP no plano dos produtos, formada pelas melhores práticas em termos técnicos (A, B, C, D e E), e o ponto F corresponde a uma unidade de produção ineficiente. Note-se que esse ponto está localizado abaixo da fronteira que representa o limite superior das possibilidades de produção.

A medida de ineficiência técnica global (ET) orientada aos *outputs* de Farrell do ponto F na Figura 9 é representada pela distância \overline{FB} , isto é, a menor quantidade pela qual os produtos podem ser aumentados para F ser parte da fronteira sem a necessidade de insumos adicionais. Esse aumento pode ser expresso em termos percentuais pela razão $\overline{OB}/\overline{OF}$. Assim, $((\overline{OB}/\overline{OF}) - 1) \cdot 100$ indica em quanto a unidade F pode aumentar proporcionalmente os produtos para ter eficiência técnica global.

Figura 9 – Eficiência técnica global (ET) e eficiência alocativa (EA) orientada aos produtos.



Quando os preços dos produtos existem e estão disponíveis, pode-se estimar a eficiência alocativa na combinação dos produtos. Nesse caso, a eficiência alocativa busca a melhor combinação dos produtos dentro das diferentes oportunidades de eficiência técnica global, de modo a maximizar a receita total. Dessa forma, por exemplo, se o preço do açúcar cai em relação ao preço do álcool, as empresas sucroalcooleiras tendem a maximizar as receitas produzindo menos açúcar e mais álcool com os mesmos insumos.

A máxima receita com a tecnologia existente depende dos preços dos produtos e é representada na Figura 9 pela isorreceita $R = P_1y_1 + P_2y_2$. Quanto mais afastada da origem está essa isorreceita, maior o faturamento da organização. Daí, nota-se que a combinação dos produtos que as organizações devem alcançar para maximizar a receita é C. Essa isorreceita permite também definir a ineficiência alocativa orientada aos produtos das outras unidades, ou seja, quanto se reduz a receita decorrente da escolha inadequada da combinação dos produtos. Por exemplo, a ineficiência alocativa de B e F pode ser medida pela distância \overline{BH} ou por meio da relação $\overline{OH}/\overline{OB}$. Essa distância representa o aumento na receita que

poderia ocorrer caso a combinação dos produtos escolhida fosse o ponto C. Alternativamente, pode-se afirmar que a unidade B pode aumentar a receita em $((\overline{OH}/\overline{OB})-1)*100$ para ter eficiência alocativa.

Definidas a eficiência técnica global (ET) e a eficiência alocativa (EA) orientada aos produtos, fica evidente também o significado da eficiência global (EG). Como visto anteriormente, este é igual ao produto da eficiência global e alocativa: $(EG = ET*EA)$. Por exemplo, como o índice de eficiência técnica global da unidade F é $\overline{OH}/\overline{OB}$ e o índice de eficiência alocativa dessa unidade é $\overline{OB}/\overline{OF}$, a eficiência global será dada por $EGF = \overline{OB}/\overline{OF} * \overline{OH}/\overline{OB} = \overline{OH}/\overline{OF}$.

Em seguida e após os exercícios, apresentam-se os métodos e exemplos para medir a eficiência técnica global. Limitamo-nos apenas a esse conceito, já que a eficiência alocativa exige informações sobre os preços dos insumos e produtos, que, como sabemos, no setor público, nem sempre estão presentes. Para os interessados em ampliar esse conceito, recomenda-se o livro de Ferreira e Gomes (2009).

4 MODELOS E EXEMPLOS DE EFICIÊNCIA TÉCNICA GLOBAL (ET)

Nas seções anteriores foram dadas as bases do conceito de eficiência técnica global (ET). Nesta, desenvolveremos esse conceito exemplificando inicialmente casos com tecnologias de produção com retornos constantes de escala e, posteriormente, com retornos variáveis (crescentes e decrescentes) de escala. Isso permitirá entender e elucidar a decomposição da eficiência técnica global em eficiência técnica pura (ETP) e eficiência de escala (EE).

4.1 MODELOS E EXEMPLOS COM UM INSUMO E UM PRODUTO

A fim de facilitar o entendimento da eficiência técnica global como medida relativa de desempenho, aproveitaremos os dados da Tabela

4 representados na Figura 10. As informações supõem a existência de seis supostos Tribunais Estaduais (A, B, C, D, E e F) que, utilizando um insumo (x), produzem um *output* (y) em um período dado, considerando as outras variáveis idênticas.

Se se compara a produtividade de todas essas unidades, observa-se que o TJE-B e o TJE-C são as mais produtivas. Esse fato pode-se provar na Figura 10, comparando-se as pendentes (coeficiente angular) das retas pontilhadas (y/x) que partem da origem, ou seja, os coeficientes angulares (das retas OA, OB, OC, OD, OE e OF que indicam a produtividade.

Tabela 4 – Eficiência técnica orientada ao *input* (ET-OI).

TRIBUNAIS ESTADUAIS	TJE-A	TJE-B	TJE-C	TJE-D	TJE-E	TJE-F
Recursos humanos (x)	1.500	3.000	3.450	6.000	6.000	3.000
Sentenças proferidas (y)	12.075	60.000	69.000	78.000	60.000	39.000
Produtividade (y/x)	8,05	20	20	13	10	13
Eficiência OI = (y/x)/(yB/xB)	0,403	1	1	0,65	0,5	0,65
Melhoras para x = (Eficiência-1)	-59,7%	0%	0%	-35%	-50%	-35%
Melhoras em valores absolutos	-896,25	0	0	-2.100	-3.000	-1.050
Meta para x = (Eficiência*x)	603,75	3.000	3.400	3.900	3.000	1.950

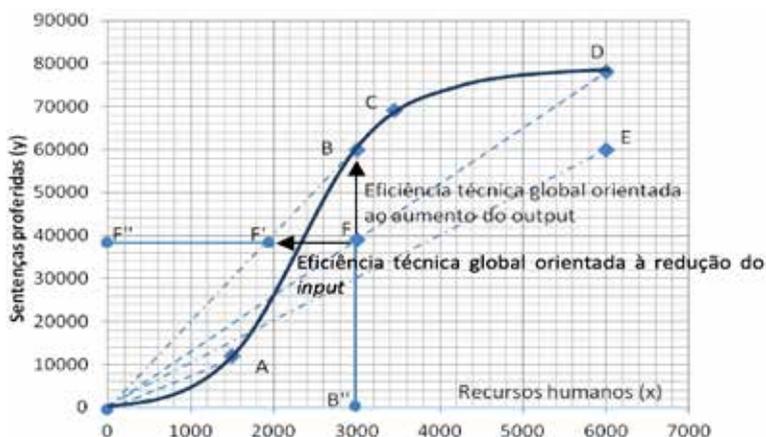
A eficiência técnica global (ET) parte do princípio de que, se TJE-B e TJE-C são capazes de proferir 20 sentenças por servidor, então os outros tribunais poderiam fazer o mesmo. Como não são capazes, eles são ineficientes. Confrontando suas produtividades com as melhores práticas (TJE-B e TJE-C), obtém-se o conceito relativo de efici-

ência técnica global registrada para cada unidade da Tabela 4. Por conseguinte, outro nome que se pode dar à eficiência técnica global é produtividade relativa.

Na Tabela 4, observa-se que o índice de eficiência técnica global está entre zero e 1 e, quanto menor, maior o nível de ineficiência e produtividade. Com base nesses índices, pode-se definir repasses orçamentários, gratificações adicionais ou prêmios compatíveis com a produtividade. Por exemplo, 100% do prêmio para os TJE-B e TJE-C e 65% dessa quantia para TJE-D e TJE-F. Dessa forma, penalizar-se-á a ineficiência.

Esses índices permitem também definir as mudanças necessárias nos níveis de insumo para que tribunais ineficientes atinjam a máxima produtividade. Conforme a Tabela 4, os tribunais ineficientes deverão reduzir proporcionalmente o número de funcionários no valor expresso pelas melhoras, ou seja, proferir a mesma quantidade de sentenças com o número de funcionários determinado pelas metas.

Figura 10 – Eficiência técnica.



Isso também pode ser visualizado na Figura 10, onde a projeção horizontal das unidades com ineficiência técnica global na reta de maior produtividade indica as metas de melhoria orientadas à redução do insumo

x. Dessa forma, na Figura 10, a eficiência técnica global orientada ao insumo do TJE-F é dada pela razão dos segmentos $\overline{F''F'} / \overline{F''F} = 1950/3000 = 0,65$, que indica quanto deveria ser, em valores percentuais, o nível de recursos humanos para F tornar-se eficiente sem diminuir a produção. Seguindo o mesmo procedimento para os outros TJEs, chegaremos aos resultados da Tabela 4.

Com base nessa lógica, podemos concluir que, se a produtividade é o quanto se produz em relação a cada um dos recursos empregados, a eficiência é o quanto se produz em relação ao quanto se poderia produzir.

O exemplo anterior usou o método da eficiência técnica global orientada à redução do *input* (ET-OI). Conforme a Figura 10, a análise da eficiência técnica global também pode ser realizada utilizando o método orientado ao aumento do *output* (OO), ou seja, determinando o aumento do número de sentenças mantendo fixa a quantidade de funcionários. Nesse caso, a projeção vertical das unidades com ineficiência técnica global na reta de maior produtividade indica as metas de melhoria orientadas ao aumento da produção. Por exemplo, na Figura 10, a eficiência técnica global orientada ao produto do TJE-F é dada pela razão dos segmentos $\overline{B''B} / \overline{B''F} = 60000/39000 = 1,538$, que indica quanto deveria ser o nível de produção para F tornar-se eficiente sem alterar o nível de emprego dos recursos humanos. Em alguns trabalhos, esse índice de eficiência técnica global orientada ao produto também é dado por seu inverso ($0,65 = 39000/60000 = 1/1,5381$), o que nos diz que F está produzindo 65% de seu potencial.

Alternativamente, conforme a Tabela 5, o cálculo do índice de eficiência técnica global orientada ao produto (ET-OO) pode utilizar a inversa da produtividade (x/y), de tal forma que, quanto menor o valor, melhor o desempenho das unidades produtivas. Assim, os Tribunais B e C devem continuar sendo os de melhor desempenho. Consequentemente, comparando-se a inversa da produtividade de todas as unidades com o Tribunal B ou Tribunal C, obtém-se as eficiências técnicas globais orientadas ao produto.

Tabela 5 – Eficiência técnica orientada ao *output* (ET-OO).

TRIBUNAIS ESTADUAIS	TJE-A	TJE-B	TJE-C	TJE-D	TJE-E	TJE-F
Recursos humanos (x)	1.500	3.000	3.450	6.000	6.000	3.000
Sentenças proferidas (y)	12.075	60.000	69.000	78.000	60.000	39.000
Produtividade (x/y)	0,1428	0,05	0,05	0,0769	0,1	0,0769
Eficiência $OI = (x/y)/(yB/xB)$	2,4845	1	1	1,5384	2	1,5384
Melhoras para $y = (1-Eficiência)$	148,45%	0%	0%	53,85%	100%	53,85%
Melhoras em valores absolutos	17.925	0	0	42.000	60.000	21.000
Meta para $y = (Eficiência*y)$	30.000	60.000	60.000	120.000	120.000	60.000

Nota-se que esse índice igualmente é maior ou igual a 1, diferentemente da ET-OI, que é $0 \leq ET \leq 1$. Caso o índice de eficiência ET-OO de um tribunal seja igual a 1, isso significa que ele é eficiente, ou seja, que sua produtividade atingiu o valor máximo. Entretanto, caso o índice de eficiência seja maior que 1, isso denota que esse tribunal é ineficiente e, portanto, pode melhorar, aumentando o número de sentenças com o mesmo número de servidores. Multiplicando-se a produção pelo índice encontrado chega-se às metas das unidades avaliadas registradas na Tabela 5.

Além dos índices orientados ao insumo e ao produto, existe uma terceira opção para maximizar a produtividade das unidades ineficientes. Essa alternativa determina uma forma de maximizar a produção e, simultaneamente, minimizar os insumos. Pode ser chamada de melhora combinada. É encontrada por meio do cálculo da média ponderada das melhoras em valores absolutos das orientações aos insumos e aos produtos $[0,5*(\Delta Y, \Delta X)]$, conforme a Tabela 6. Aqui é preciso esclarecer que

esse procedimento é válido apenas com os índices de eficiência técnica global (quando opera-se com retornos constantes de escala); com os outros índices de eficiência (quando existem retornos não constantes de escala) esse procedimento é inadequado.

Tabela 6 – Melhoras orientadas a reduzir os insumos e a aumentar os produtos.

TRIBUNAIS ESTADUAIS	TJE-A	TJE-B	TJE-C	TJE-D	TJE-E	TJE-F	
Recursos humanos (x)	1.500	3.000	3.450	6.000	6.000	3.000	
Sentenças proferidas (y)	12.075	60.000	69.000	78.000	60.000	39.000	
Melhoras em valores absolutos em Y (ΔY)	17.925	0	0	42.000	60.000	21.000	
Melhoras em valores absolutos em X (ΔX)	-896,25	0	0	-2.100	-3.000	-1.050	
Melhoras combinadas	$0,5(\Delta Y)$	8962,5	0	0	21.000	30.000	10.500
	$0,5(\Delta X)$	-448	0	0	-1.050	-1.500	-525

É necessário frisar, também, que os conceitos de eficiência, por serem valores relativos, são insensíveis às mudanças das unidades de medidas usadas nos *inputs* e *outputs*. Para evidenciar isso, considere a avaliação de quatro fazendas de cereais, que utilizam um insumo (terra) para produzir um produto (arroz) em um dado período. Nas Tabelas 7 e 8, registram-se a terra e a produção mensuradas em unidades diferentes, porém, equivalentes, bem como o resultado da produtividade e eficiência. Esta última medida é calculada comparando-se as produtividades de cada unidade com a melhor prática (fazenda 3). Observa-se que, se em lugar de toneladas de cereais por hectare utilizamos sacas por alqueire, o valor da eficiência será o mesmo, já a produtividade terá valores diferentes e exigirá especificar as unidades de medidas.

Tabela 7 – Avaliação de fazendas de cereais usando as medidas de toneladas por hectares.

FAZENDAS	1	2	3	4
Produção em toneladas (y)	600	605	625	720
Terra em hectares (x)	102	110	100	120
Produtividade (y/x)	5,88	5,5	6,25	6
Eficiência (y/x)/(y ₃ /x ₃)	0,94	0,88	1	0,96

Tabela 8 – Avaliação de fazendas de cereais usando as medidas de sacas por alqueires.

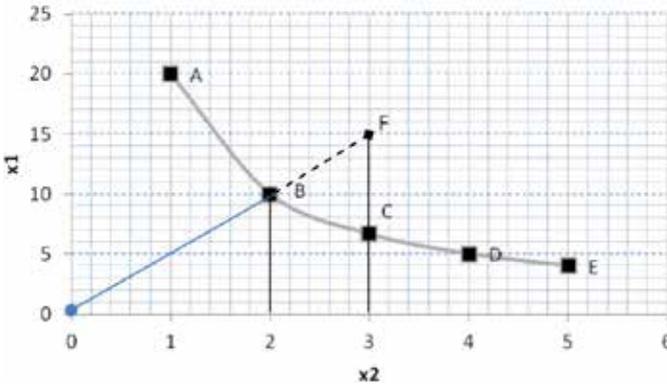
FAZENDAS	1	2	3	4
Produção em toneladas (y)	10.000	10.083,33	10.416,67	12.000
Terra em hectares (x)	23,08	24,89	22,62	27,15
Produtividade (y/x)	433,33	405,17	460,42	442
Eficiência (y/x)/(y ₃ /x ₃)	0,94	0,88	1	0,96

4.2 MODELOS E EXEMPLOS COM VÁRIOS INSUMOS E PRODUTOS

Vamos agora pensar na eficiência técnica global tendo em conta vários fatores de produção e vários produtos. Seguindo Farrell (1957), abordaremos esses casos inicialmente com o conjunto de insumos factíveis para um dado nível de produção e, posteriormente, com o conjunto de produção para um dado nível de insumo.

Para o primeiro caso, considere seis organizações que utilizam dois *inputs* (x_1 e x_2) para produzir uma unidade do *output* y , sob a hipótese de retornos constantes de escala. Na Figura 11, observa-se que as unidades eficientes tecnicamente (A, B, C, D e E) formam a isoquanta do plano dos insumos e apenas uma unidade (F) é ineficiente, colocando-se acima dessa fronteira.

Figura 11 – Eficiência técnica global no plano dos insumos (ET-OI).



Como visto, a distância que separa essa unidade da isoquanta indica seu nível de eficiência técnica. A ineficiência técnica global de F será representada pela distância \overline{BF} , que representa o menor montante pelo qual todos os *inputs* poderiam ser reduzidos proporcionalmente, sem alterar o nível de produção y . Essa ineficiência é expressa pela relação $\overline{OB}/\overline{OF} = \sqrt[3]{(2^2 + 10^2)}/\sqrt[3]{(3^2 + 15^2)} = 0,6666$, que indica a percentagem $((1-0,6666)*100 = 33,34\%)$ em que ambos os insumos podiam ser reduzidos (mantendo a mesma razão entre si) para F tornar-se eficiente. Lembre-se novamente que, para calcular a distância desses segmentos, podemos utilizar o valor do comprimento da hipotenusa do triângulo, que é igual à raiz da soma dos quadrados dos comprimentos dos catetos, segundo o Teorema de Pitágoras.

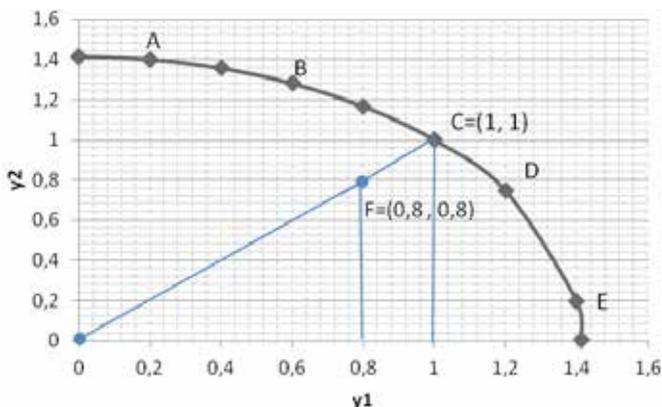
Dessa forma, o índice de eficiência técnica orientado aos *inputs* tem um valor entre 0 e 1. Um valor menor que 1 mostra ineficiência e um igual a 1 indica eficiência técnica. Desse modo, os pontos A, B, C, D e E, situados sobre a isoquanta eficiente, têm índices iguais a 1.

Para o segundo caso, usamos o conjunto de produção para um dado nível de insumo, por meio de um exemplo de seis organizações que produzem dois *outputs* com um único *input* com retornos constantes de escala. Nesse exemplo, mostrado na Figura 12, a curva é a fronteira do CPP no plano dos produtos, formada pelas unidades eficientes A, B, C,

D e E, e o ponto F corresponde a uma unidade de produção ineficiente por estar abaixo da fronteira.

A medida de ineficiência técnica global (ET) orientada aos *outputs* de Farrell do ponto F é representada pela distância \overline{FC} ou pela relação $\overline{OC}/\overline{OF} = \sqrt[3]{(1^2 + 1^2)}/\sqrt[3]{(0,8^2 + 0,8^2)} = 1,25$, que indica a percentagem (1,25-1 = 25%) em que os produtos podiam ser aumentados para F tornar-se eficiente.

Figura 12 – Eficiência técnica global no plano dos produtos (ET-OO).



Dessa forma, o índice de eficiência técnica orientado aos *outputs* tem um valor maior ou igual a 1. Um valor maior que 1 pressupõe ineficiência, e um igual a 1 indica eficiência técnica. Assim, os pontos A, B, C, D e E, situados sobre a isoquanta eficiente, devem ter índices iguais a 1.

4.3 MÉTODO ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS COM RETORNOS CONSTANTES DE ESCALA (DEA-CCR)

Seguindo o raciocínio anterior, Charnes, Cooper e Rhodes (CHARNES et al., 1978) desenvolveram um modelo de programação linear, chamado Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA). O modelo tem como objetivo estimar índices de eficiência técnica global de processos produtivos de uma forma mais abrangente, utilizando múltiplos insumos e produtos com retornos constantes de escala, partindo

do princípio de que o conjunto de unidades avaliadas é homogêneo e se diferenciam apenas nas quantidades de insumos utilizadas e produtos gerados. Ele é igualmente conhecido como modelo DEA-CCR em homenagem a seus criadores (Charnes, Cooper e Rhodes) e proporciona índices radiais com orientação aos *inputs* e aos *outputs*, permitindo que cada unidade produtiva avaliada escolha os pesos para cada variável (entrada ou saída) da forma que lhe for mais benevolente.

A Equação (3) a seguir mostra o modelo inicial, desenvolvido por Charnes et al. (1978), com orientação aos insumos (DEA-CCR-OI) para uma unidade *o* qualquer (de um grupo de *N* organizações homogêneas avaliadas) que produz o vetor y_{so} , utilizando o vetor insumo x_{mo} e uma tecnologia com retorno constante de escala (RCE). Sua solução envolve i) a obtenção de um valor mínimo H_o que multiplicado pelo vetor x_{mo} projete este na fronteira sem ultrapassá-la; ii) a estimativa das folgas (S_{mo} e S_{so}) no uso dos insumos e produtos; iii) o cálculo do vetor λ_N que representa os coeficientes da combinação linear determinantes da fronteira e determina os pontos virtuais nos quais x_{mo} deve projetar-se para tornar-se eficiente. Nesse problema de programação linear, $\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{mj}$ e $\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{sj}$ representam os vetores de entrada e de saída do *benchmark* virtual para a unidade *o*.

$$\text{Min } H_o \tag{3}$$

Sujeito a:

$$H_o x_{mo} = \sum_{j=1}^N \lambda_j x_{mj} + S_{mo}; \quad \forall m$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{sj} = y_{so} + S_{so}; \quad \forall s$$

$$\lambda_j \geq 0$$

Se $H_o = 1$, então a unidade *o* está sobre a fronteira de eficiência, e pode servir de referência para as demais se não houver folgas no uso dos insumos e produtos. Por outro lado, se $H_o < 1$, então a unidade *o*

pode ainda reduzir seus insumos, mantendo inalterados os produtos e, portanto, é ineficiente perante o grupo de unidades analisado.

De acordo com Charnes et al. (1978), a Análise Envoltória de Dados pode também apresentar soluções orientadas aos produtos (*outputs*). A Equação (4) a seguir mostra esse modelo (DEA-CCR-OO) para a unidade o e as mesmas variáveis do modelo anterior. Nesse caso, o PPL (4) envolve a obtenção de um valor máximo Φ_o que multiplicado pelo vetor y_{so} projete este na fronteira do espaço *output* sem ultrapassá-la, bem como o cálculo das folgas (S_{mo} e S_{so}) e do vetor λ_N que representa o conjunto dos coeficientes da combinação linear que define a fronteira e determina os pontos virtuais nos quais y_{so} deve projetar-se para tornar-se eficiente.

$$\text{Max } \Phi_o \tag{4}$$

Sujeito a:

$$x_{mo} \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j x_{mj} + S_{mo}; \forall m$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{sj} \geq \Phi_o y_{so} + S_{so}; \forall s$$

$$\lambda_j \geq 0$$

Nesse caso, Φ para todas as unidades avaliadas é sempre maior ou igual a 1. Um valor de Φ maior que 1 indica a possibilidade de construção de uma unidade virtual que produz mais *outputs* com os mesmos *inputs*. Esse índice pode ser expresso também pela relação $1/\Phi$ indicando quanto se está produzindo em relação ao produto potencial. Dessa forma, as duas orientações do modelo DEA-CCR fornecem o mesmo valor de eficiência.

Para exemplificar esse último modelo, suponha-se que desejamos avaliar seis Tribunais de Justiça Estaduais e, para tanto, dispomos de informações relativas a dois *inputs* (x_1, x_2) e dois *outputs* (y_1, y_2). Primeiro se aborda o modelo DEA-BCC orientado aos *inputs* e, em seguida, o modelo DEA-BCC orientado aos *outputs*. Os dados estão na Tabela 9.

Tabela 9 – Dados

		TRIBUNAIS DE JUSTIÇA ESTADUAIS					
		1	2	3	4	5	6
Inputs	x1	800	1.100	1.400	1.200	1.100	1.800
	x2	800	1.500	1.200	1.300	1.800	2.000
Outputs	y1	1.400	2.500	800	2.500	4.000	2.400
	y2	2.000	4.200	3.000	800	2.200	3.000

A formulação apresentada em (5) mostra a representação do PPL (3) com orientação aos insumos (DEA-CCR-OI) para a TJE-1. O mesmo procedimento deve ser feito com os 5 TJE restantes, ou seja, no método DEA, o número de PPLs a resolver é igual ao número de unidades produtivas (TJE).

$$\text{Min } H_1 \tag{5}$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned}
 H_1 800 &= 800\lambda_1 + 1100\lambda_2 + 1400\lambda_3 + 1200\lambda_4 + 1100\lambda_5 + 1800\lambda_6 + S_{x_1,1} \\
 H_1 800 &= 800\lambda_1 + 1500\lambda_2 + 1200\lambda_3 + 1300\lambda_4 + 1800\lambda_5 + 2000\lambda_6 + S_{x_2,1} \\
 1400 &= 1400\lambda_1 + 2500\lambda_2 + 800\lambda_3 + 2500\lambda_4 + 4000\lambda_5 + 2400\lambda_6 - S_{y_1,1} \\
 2000 &= 2000\lambda_1 + 4200\lambda_2 + 3000\lambda_3 + 800\lambda_4 + 2200\lambda_5 + 3000\lambda_6 - S_{y_2,1} \\
 \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6 &\geq 0
 \end{aligned}$$

Podemos resolver os seis PPLs dos tribunais com a ajuda do programa SEM e obter os resultados registrados na Tabela 10. Observa-se que apenas o TJE-2 e o TJE-5 são eficientes, formam a fronteira e servem de *benchmarks* para os tribunais ineficientes. Para os tribunais ineficientes melhorarem seu desempenho, é necessário que atinjam as metas registradas na tabela, compostas pelos movimentos radiais $[(1-H)*x_i]$ e de folgas (*slacks*).

Essas metas também podem ser determinadas usando o vetor intensidade λ e os valores das variáveis do conjunto de unidades que servem de referência (*benchmarks*). Por exemplo, para a TJE-1 as metas resultam do seguinte cálculo:

$$\begin{aligned}
 x_{1,1} &= \lambda_2 * x_{1,2} + \lambda_5 * x_{1,5} = 0,4354 * 1100 + 0,0779 * 1100 = 564,6 \\
 x_{2,1} &= \lambda_2 * x_{2,2} + \lambda_5 * x_{2,5} = 0,4354 * 1500 + 0,0779 * 1800 = 793,3 \\
 y_{1,1} &= \lambda_2 * y_{1,2} + \lambda_5 * y_{1,5} = 0,4354 * 2500 + 0,0779 * 4000 = 1400 \\
 y_{2,1} &= \lambda_2 * y_{2,2} + \lambda_5 * y_{2,5} = 0,4354 * 4200 + 0,0779 * 2200 = 2000
 \end{aligned}$$

Na Tabela 10, igualmente registram-se os pesos. Eles representam a importância (contribuição) atribuída aos insumos e produtos por cada unidade avaliada. Por exemplo, considerando apenas as TJE-1 e TJE-2, nota-se que a primeira dá uma maior importância ao insumo dois e a segunda unidade valoriza mais o insumo um. Na combinação dos produtos, o TJE-5 dá maior peso ao primeiro *output* e o TJE-2 ao segundo.

Tabela 10 – Resultados do modelo DEA-CCR-OI.

	VARIÁVEIS E (PESOS)	VALOR ORIGINAL	MOVIMENTO RADIAL	MOVIMENTO NÃO RADIAL (SLACK S)	META DE MELHORIAS
TJE-1 $H_1 = 99,16$ $\lambda_2 = 0,4354$ $\lambda_5 = 0,0779$	x1 (0)	800	-6,726	-228,673	564,602
	x2 (1)	800	-6,726	0	793,274
	y1 (0,67)	1.400	0	0	1.400
	y2 (0,33)	2.000	0	0	2.000
TJE-2 $H_2 = 100$ $\lambda_1 = 1$	x1 (1)	1.100	0	0	1.100
	x2 (0)	1.500	0	0	1.500
	y1 (0)	2.500	0	0	2.500
	y2 (1)	4.200	0	0	4.200
TJE-3 $H_3 = 89,28$ $\lambda_2 = 0,714$	x1 (0)	1.400	-150	0	785,714
	x2 (1)	1.200	-128,571	-464,286	1.071,429
	y1 (0)	800	0	0	1.785,714
	y2 (1)	3.000	0	985,714	3.000
TJE-4 $H_4 = 86,54$ $\lambda_4 = 0,625$	x1 (0)	1.200	-161,538	0	687,5
	x2 (1)	1.300	-175	-350,962	1.125
	y1 (1)	2.500	0	0	2.500
	y2 (0)	800	0	0	1.375
TJE-5 $H_5 = 100$ $\lambda_5 = 1$	x1 (0)	1.100	0	575	1.100
	x2 (0)	1.800	0	0	1.800
	y1 (1)	4.000	0	0	4.000
	y2 (0)	2.200	0	0	2.200
TJE-6 $H_6 = 65,15$ $\lambda_2 = 0,595$ $\lambda_5 = 0,2282$	x1 (0)	1.800	-627,292	0	905,310
	x2 (1)	2.000	-696,991	-267,398	1.303,009
	y1 (0,69)	2.400	0	0	2.400
	y2 (0,31)	3.000	0	0	3.000

A formulação apresentada em (6) mostra a representação do PPL (4) com orientação aos produtos (DEA-CCR-OO) para a TJE-1. Aqui, também, o número de PPLs a resolver é igual ao número de unidades produtivas (TJE).

$$\text{Max } \Phi_1 \tag{6}$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} 800 &= 800\lambda_1 + 1100\lambda_2 + 1400\lambda_3 + 1200\lambda_4 + 1100\lambda_5 + 1800\lambda_6 + S_{x_{1,1}} \\ 800 &= 800\lambda_1 + 1500\lambda_2 + 1200\lambda_3 + 1300\lambda_4 + 1800\lambda_5 + 2000\lambda_6 + S_{x_{2,1}} \\ \Phi_1 1400 &= 1400\lambda_1 + 2500\lambda_2 + 800\lambda_3 + 2500\lambda_4 + 4000\lambda_5 + 2400\lambda_6 - S_{y_{1,1}} \\ \Phi_1 2000 &= 2000\lambda_1 + 4200\lambda_2 + 3000\lambda_3 + 800\lambda_4 + 2200\lambda_5 + 3000\lambda_6 - S_{y_{2,1}} \\ \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6 &\geq 0 \end{aligned}$$

Resolvendo-se os 6 PPLs, com a ajuda do programa EMS, podemos obter os resultados registrados na Tabela 11. Nela, pode-se provar novamente que os índices desse modelo são equivalentes aos anteriores (DEA-CCR-OI), ou seja, $H_n = 1/\Phi_n$. Portanto, o TJE-2 e o TJE-5 são eficientes. É obvio que, se elas têm a maior produtividade, serão eficientes independentemente da orientação escolhida e podem ser referências para os tribunais ineficientes, a partir do uso dos λ s calculados. Para os tribunais ineficientes melhorarem seu desempenho, é preciso que atinjam as metas registradas na tabela, composta pelos movimentos radiais $[(\Phi^*Y_r)]$ e de folgas (*slacks*, S).

Tabela 11 – Resultados do modelo DEA-CCR-OO.

	VARIÁVEIS E (PESOS)	VALOR ORIGINAL	MOVIMENTO RADIAL	MOVIMENTO NÃO RADIAL (SLACK, S)	META DE MELHORIAS
TJE-1 $\Phi_1 = 100,85$ $\lambda_2 = 0,439$ $\lambda_5 = 0,078$	x1 (0)	800	0	-230,61	569,389
	x2 (1)	800	0	0	800
	y1 (0,67)	1.400	11,9	0	1.411,9
	y2 (0,33)	2.000	17	0	2.017
TJE-2 $\Phi_2 = 100$ $\lambda_1 = 1$	x1 (1)	1.100	0	0	1.100
	x2 (0)	1.500	0	0	1.500
	y1 (0)	2.500	0	0	2.500
	y2 (1)	4.200	0	0	4.200

	VARIÁVEIS E (PESOS)	VALOR ORIGINAL	MOVIMENTO RADIAL	MOVIMENTO NÃO RADIAL (SLACK, S)	META DE MELHORIAS
TJE-3 $\Phi_3 = 112$ $\lambda_2 = 0,8$	x1 (0)	1.400	0	-520	880
	x2 (1)	1.200	0	0	1.200
	y1 (0)	800	96	1.114	2.000
	y2 (1)	3.000	360	0	3.360
TJE-4 $\Phi_4 = 115,56$ $\lambda_5 = 0,722$	x1 (0)	1.200	0	-405,56	794,444
	x2 (1)	1.300	0	0	1.300
	y1 (1)	2.500	388,889	0	2.888,89
	y2 (0)	800	124,44	664,44	1.588,89
TJE-5 $\Phi_5 = 100$ $\lambda_5 = 1$	x1 (1)	1.100	0	0	1.100
	x2 (0)	1.800	0	0	1.800
	y1 (1)	4.000	0	0	4.000
	y2 (0)	2.200	0	0	2.200
TJE-6 $\Phi_6 = 153,49$ $\lambda_2 = 0,913$ $\lambda_5 = 0,35$	x1 (0)	1.800	0	-410,43	1.389,57
	x2 (1)	2.000	0	0	2.000
	y1 (0,69)	2.400	1.283,782	0	3.683,782
	y2 (0,31)	3.000	1.604,727	0	4.604,727

Aqui, igualmente, podemos usar a terceira opção – melhora combinada que maximiza a produção e, simultaneamente, minimiza os insumos das unidades ineficientes. Após corrigidas as melhoras não radiais (*slacks*), as melhoras combinadas são encontradas pelo cálculo da média ponderada das melhoras das orientações aos insumos e aos produtos $[0,5*(\Delta Y, \Delta X)]$.

Por fim, é necessário ressaltar que, devido à concorrência de mercado, a maior parte dos setores produtivos privados busca o tamanho ótimo e a maior produtividade dos negócios, na qual se supõe que existem retornos constantes de escala. Nesse caso, o modelo DEA-C-CR estudado, tanto o orientado aos insumos quanto o orientado aos produtos, é o mais adequado. Porém, em situações de concorrência imperfeita, principalmente no setor público, existe a possibilidade de operação com retornos variáveis (crescentes e decrescentes) de escala – RVE, de forma sub ou superdimensionados, bem como abaixo da fronteira do CPP. Nesse caso, os modelos DEA-CCR podem sugerir

metas de melhorias que ultrapassam as fronteiras do CPP, o que pode representar metas irreais. Para solucionar esse problema, Banker, Charnes e Cooper (1984) estendem o DEA-CCR, decompondo a eficiência técnica global (ET) em suas duas principais causas: (a) eficiência técnica pura (ETP) e (b) eficiência de escala (EE). Em seguida, apresenta-se esse modelo.

4.4 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS COM RETORNOS VARIÁVEIS DE ESCALA (DEA-BCC)

Esse novo modelo, chamado de DEA-BCC em homenagem a seus autores Banker, Charnes e Cooper, foi proposto a fim de estimar a eficiência técnica pura (ETP), eliminando a influência da ineficiência de escala (EE), ou seja, o impacto que pode ter o porte inadequado das unidades na avaliação da eficiência (ET). Dessa forma, o modelo DEA-BCC permite que as organizações pequenas se comparem com as pequenas e as grandes com as grandes. É o modelo recomendado quando a escala de operações das organizações produtivas não está sob o controle dos gestores.

Uma unidade produtiva tem eficiência técnica pura (ETP) quando emprega o menor nível de insumos possível para produzir um nível dado de produção, ou quando obtém o maior nível de produção possível com um dado nível de insumos. Ou ainda, diz-se que um produtor, que produz dois ou mais produtos, tem eficiência pura, para certa quantidade de insumos, se ele somente consegue aumentar a produção de um produto quando diminui a produção de algum outro. Consequentemente, a eficiência técnica pura toma em consideração a fronteira do CPP, diferentemente da eficiência técnica global (ET) que assume como referência a fronteira da máxima produtividade (PTF). Dessa forma, a ineficiência técnica pura relaxa a hipótese de retorno constante de escala, pressupondo a existência de retornos variáveis de escala (crescente ou decrescente), o que permite deduzir a ineficiência de escala (EE).

A eficiência de escala (EE) ocorre quando uma unidade produtiva atinge o tamanho (porte ou escala) de máxima produtividade. Mas nem todas podem, já que o tamanho é um fator não discricionário, que pode estar condicionado historicamente. Por exemplo, uma grande organização pública em uma capital pode ser mais produtiva que outra em um pequeno município, já que o grande número de funcionários permite a especialização de tarefas. Porém, uma organização demasiadamente grande em uma metrópole pode perder produtividade devido ao excesso de burocracia, à complexidade da harmonização e ao controle dos múltiplos recursos.

Portanto, a ineficiência de escala está relacionada ao porte sub ou superdimensionado dos serviços prestados. O subdimensionamento existe quando há rendimentos crescentes de escala, ou seja, quando o aumento da quantidade utilizada de insumos determina um aumento relativamente superior na quantidade do produto. Nesse caso, quando existe demanda, um aumento dos insumos pode aumentar a produtividade, e a fusão e criação de consórcios de pequenas unidades é o aconselhável. Por sua vez, o superdimensionado existe quando há rendimentos decrescentes de escala, ou seja, quando o aumento da quantidade utilizada de insumos determina um acréscimo relativamente menor na quantidade do produto. Nessa situação, uma redução dos insumos pode aumentar a produtividade e, assim, recomenda-se a descentralização e o desmembramento das operações.

Para elucidar esses conceitos e os métodos de decomposição da eficiência técnica global (ET) em eficiência técnica pura (ETP) e eficiência de escala (EE), considere inicialmente um exemplo simples de seis organizações, nas quais se usa um único insumo para gerar um produto. Os dados do exemplo estão listados na Tabela 12.

Para esse exemplo, lembre-se que a eficiência técnica global orientada ao *input* e ao *output* (ET-OI e ET-OO) é calculada tomando como referência a unidade de maior produtividade (unidade C), por meio da projeção (horizontal ou vertical) na reta representativa dessa máxima produtividade (fronteira CCR). Isso é mostrado na Figura 13. Como visto

Tabela 12 - Dados do exemplo

UNIDADE	INPUT (X)	OUTPUT (Y)	PRODUTIVIDADE (Y/X)
A	0,8	0,1	0,125
B	1	1,5	1,5
C	2	4	2
D	3	5	1,66
E	4	5,5	1,375
F	4	4	1

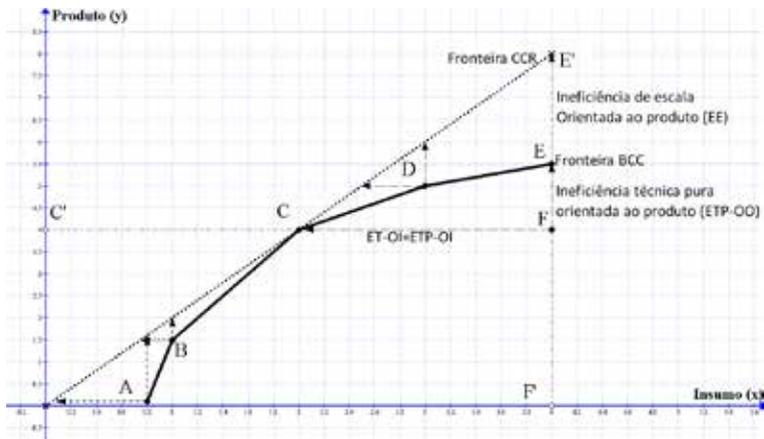
anteriormente, o índice de eficiência técnica global orientada ao *input* de F deve ser $ET-OI = \frac{\overline{C'C}}{\overline{C'F}} = 2/4 = 0,5$ e seu índice de eficiência técnica global orientada ao produto - $ET-OO = \frac{\overline{F'E'}}{\overline{F'F}} = 8/4 = 2$.

Agora, se unirmos com retas os pontos que maximizam o produto usando os insumos dados, obteremos uma fronteira empírica representativa do contorno do CPP, chamada também de fronteira de retornos variáveis de escala ou fronteira BCC. Essa fronteira, ilustrada na Figura 13, junta as unidades com eficiência técnica pura (A, B, C, D e E), caracteriza a melhor tecnologia vigente e o CPP, isso se plotarmos no gráfico todas as unidades do setor analisado.

Na figura, apenas o ponto F não é parte da fronteira BCC. Ele não maximiza a produção (y) com o dado insumo (x), nem minimiza o insumo para o determinado nível de produção. Por um lado, F poderia produzir o mesmo, reduzindo os insumos pela metade, até o ponto C. Logo, a ineficiência técnica pura orientada ao *input* (ETP-OI) de F está determinada pela distância \overline{CF} e, em valores relativos, é dado por $ETP = \frac{\overline{C'C}}{\overline{C'F}} = 2/4 = 0,5$, o que significa que poderia reduzir os insumos em 50%. Assim, o índice ETP-OI também deve estar entre zero e 1 e, quanto menor, maior a economia de recursos potencialmente realizável. Por outro lado, F poderia alternativamente incrementar a produção com o mesmo nível de insumo, até a fronteira do CPP (o ponto E). Assim, a ETP-

-OO de F está representada pelo hiato \overline{FE} , de tal forma que sua ETP-OO = $\overline{F'E}/\overline{F'F} = 5,5/4 = 1,375$, o que sinaliza que poderia aumentar a produção em 37,5%. Desse modo, o índice ETP-OO deve ser maior ou igual a 1. Caso seja igual a 1, isso significa que a unidade avaliada tem eficiência pura, ou seja, atingiu o maior nível de produção com o nível de insumo disponível, sendo parte da fronteira BCC. Entretanto, caso o índice ETP-OO seja maior que 1, isso significa que pode melhorar, aumentando a produção com os mesmos insumos.

Figura 13 - Fronteiras Eficientes CCR e BCC



Contudo, a partir da comparação desses últimos índices com os valores da eficiência técnica global orientada ao *input* (ET-OI) e ao produto (ET-OO), estimados com rendimentos constantes de escala e o modelo DEA-CCR, é possível perceber as diferenças. A explicação disso está no fato de que eficiência técnica pura (ETP) é só uma parte da eficiência técnica global (ET). O outro componente é a eficiência de escala (EE). Graficamente, a ineficiência de escala está determinada pela distância (vertical ou horizontal) existente entre as fronteiras de maior produtividade e do CPP. Desse modo, o índice de eficiência de escala é $EE = ET/ETP$.

Voltando ao ponto F da Figura 13, podemos exemplificar a decomposição da eficiência técnica global (ET) em eficiência técnica pura (ETP) e eficiência de escala (EE) orientada aos insumos e aos produtos. Nota-se que, como sua $ET-OI = \overline{C'C} / \overline{C'F} = 2/4 = 0,5$ e $ETP-OI = \overline{C'C} / \overline{C'F} = 2/4 = 0,5$, seu índice de eficiência de escala orientada ao insumo é $EE-OI = 1$. Isso significa que a projeção horizontal de F na fronteira representa uma unidade com o tamanho ótimo. Dessa forma, solucionando-se a ineficiência técnica pura orientada ao insumo F também se passa a resolver a ineficiência de escala. Já se assumirmos a orientação ao produto, $ET-OO = \overline{F'E'} / \overline{F'F} = 8/4 = 2$, $ETP-OO = \overline{F'E'} / \overline{F'F} = 5,5/4 = 1,375$ e $EEOO = \overline{F'E'} / \overline{F'E} = 1,45$. Isso permite dizer que a unidade F pode melhorar sua eficiência técnica global em aproximadamente 45% se atingir a produtividade do tamanho ótimo definido por C. A Tabela 13 resume a decomposição da eficiência de todas as unidades do exemplo.

Com base nos resultados dessa Tabela, podemos tirar cinco conclusões:

- 1) Se uma unidade é eficiente no modelo DEA-CCR, então ela também é eficiente no modelo DEA-BCC;
- 2) Os índices com retornos constantes de escala (ET) são mais restritos, determinando um número menor de unidades eficientes e pontuações piores de eficiência;
- 3) Tanto no modelo DEA-CCR quanto no DEA-BCC, se uma unidade é eficiente orientada ao *input*, então ela deve ser igualmente eficiente na orientação aos *outputs*;
- 4) Os índices de eficiência pura orientados ao insumo e ao produto não são necessariamente equivalentes, ou seja, inversos ($ETP-OI \neq 1/ETP-OO$), como acontece no modelo DEA-CCR;
- 5) O porte ideal é definido pela unidade com eficiência técnica global (unidade C), de tal forma que as unidades que produzem menos (A e B) estão subdimensionadas e operando com retornos crescentes de escala, e as unidades que têm um nível de produção maior (D e E) estão superdimensionadas e operando com retornos decrescentes de escala, conforme a Figura 13.

Tabela 13 – Índices de eficiência.

UNIDADE	ET-OI	ET-O0	ETP-OI	ETP-O0	EE-IO	EE-O0
A	0,063	16	1	1	0,063	16
B	0,75	1,333	1	1	0,75	1,333
C	1	1	1	1	1	1
D	0,833	1,2	1	1	0,833	1,2
E	0,688	1,455	1	1	0,688	1,455
F	0,5	2	0,5	1,375	1	1,45

4.4.1 Modelo DEA-BCC com vários insumos e produtos

Com o objetivo de tornar mais intuitiva a decomposição da eficiência técnica global (ET) em eficiência técnica pura (ETP) e eficiência de escala (EE), a continuação desenvolverá o modelo DEA-BCC com múltiplos *inputs* e *outputs*.

Tendo como referência o estudado anteriormente e estendendo o modelo DEA-CCR, Banker, Charnes e Cooper (1984) sugeriram uma forma simples de relaxar o suposto de retornos constantes de escala para criar um modelo com retornos variáveis de escala. Isso consistiu na introdução de uma nova restrição no PPL do modelo DEA-CCR. Nessa restrição, os valores dos λ s, que representam os coeficientes da combinação linear determinantes da fronteira, devem somar 1 (). Isso transforma a reta de maior produtividade em uma fronteira convexa, e permite que as unidades avaliadas que operam com baixos níveis de insumos tenham retornos crescentes de escala, e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala. Matematicamente, o modelo DEA-BCC passa a ser identificado em (7) para orientação aos *inputs* e em (8) para orientação aos *outputs*.

$$\text{Min } \Omega_o \tag{7}$$

Sujeito a:

$$\Omega_o x_{mo} = \sum_{j=1}^N \lambda_j x_{mj} + S_{x_{mo}}; \forall m$$

Sujeito a:

$$x_{mo} = \sum_{j=1}^N \lambda_j x_{mj} + S_{x_{mo}}; \forall m$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{sj} = \Psi_o y_{so} + S_{y_{so}}; \forall s$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$$\text{Max } \Psi_o$$

(8)

Sujeito a:

$$x_{mo} = \sum_{j=1}^N \lambda_j x_{mj} + S_{x_{mo}}; \forall m$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{sj} = \Psi_o y_{so} + S_{y_{so}}; \forall s$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0$$

Para elucidar esses modelos, retornemos ao exemplo dos Tribunais de Justiça Estaduais usado para calcular o modelo DEA-CCR com dois insumos e dois produtos, registrados na Tabela 9. Nesse caso, primeiro se aborda o modelo DEA-BCC orientado aos inputs e, em seguida, o modelo DEA-BCC orientado aos outputs.

4.4.1.1 Modelo DEA-BCC orientado aos inputs

A formulação apresentada em (9) mostra a representação do PPL (7) para o TJE-1.

$$\text{Min } \Omega_1$$

(9)

Sujeito a:

$$\Omega_1 800 = 800\lambda_1 + 1100\lambda_2 + 1400\lambda_3 + 1200\lambda_4 + 1100\lambda_5 + 1800\lambda_6 + S_{x_1 1}$$

$$\begin{aligned}
\Omega_1 800 &= 800\lambda_1 + 1500\lambda_2 + 1200\lambda_3 + 1300\lambda_4 + 1800\lambda_5 + 2000\lambda_6 + S_{x_2,1} \\
1400 &= 1400\lambda_1 + 2500\lambda_2 + 800\lambda_3 + 2500\lambda_4 + 4000\lambda_5 + 2400\lambda_6 - S_{y_1,1} \\
2000 &= 2000\lambda_1 + 4200\lambda_2 + 3000\lambda_3 + 800\lambda_4 + 2200\lambda_5 + 3000\lambda_6 - S_{y_2,1} \\
\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6 &= 1 \\
\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6 &\geq 0
\end{aligned}$$

Aqui também se resolvem os 6 PPLs dos tribunais, utilizando o programa EMS. Os resultados obtidos estão registrados na Tabela 14.

Da análise dessa Tabela podem-se tirar importantes conclusões. TJE-1, TJE-2 e TJE-5 foram qualificados como eficientes, com retornos variáveis de escala. Dessa forma, desconsiderando os efeitos do porte inadequado na eficiência, TJE-1 se somou ao grupo dos líderes. Por sua vez, o TJE-3, TJE-4 e TJE-6 apresentaram índices de ineficiência de 93,18%, 94,08% e 65,27%, respectivamente, tendo ineficiência técnica pura. Com base nesses índices, é possível definir critérios mais justos de repasses orçamentários adicionais ou prêmios compatíveis com a eficiência técnica pura. Por exemplo, 100% do prêmio para o TJE-1, TJE-2 e TJE-5 e 65,27% dessa quantia para o TJE-F. Dessa forma, penalizar-se-á a ineficiência técnica pura e descontando os efeitos do porte inadequado não controlado pelos gestores. O ideal é que os prêmios sejam distribuídos após um prazo viável para se cumprir as metas de melhorias. As metas de melhorias estão registradas nas quatro últimas linhas. São formadas pela soma das melhorias radiais e folgas (*slacks*).

Ora, comparando-se essas metas com os valores dos insumos e produtos originais, pode-se identificar a economia total de recursos e o aumento da produção. No primeiro insumo, a economia pode ser de 20% [$100 - (100 * 5854,196 / 7400)$] e, no segundo, de 9,9% [$100 - (100 * 7746,714 / 8600)$]. Isso ainda pode ser feito utilizando as folgas na produção, que representam aproximadamente 8% em ambos os produtos, ou seja, [$(100 * 14700 / 13600) - 100$] e [$(100 * 16484,62 / 15200) - 100$].

Além disso, o confronto dos índices desse último modelo com os modelos DEA-CCR-OI estimados e registrados na Tabela 10 resulta nos índices de escala. A Tabela 15 informa os índices dos TJEs avaliados.

Tabela 14 – Avaliação da eficiência dos TJEs com DEA-BCC-OI.

		TRIBUNAIS DE JUSTIÇA ESTADUAIS						
		TJE-1	TJE-2	TJE-3	TJE-4	TJE-5	TJE-6	TOTAL
<i>Inputs</i> originais	x1	800	1.100	1.400	1.200	1.100	1.800	7.400
	x2	800	1.500	1.200	1.300	1.800	2.000	8.600
<i>Outputs</i> originais	y1	1.400	2.500	800	2.500	4.000	2.400	13.600
	y2	2.000	4.200	3.000	800	2.200	3.000	15.200
Eficiência Ψ em %		100	100	93,18	94,08	100	65,27	
<i>Benchmark</i>		1	2	1 e 2	1 e 5	5	1, 2 e 5	
Intensida- des dos λ s na for- mação da fronteira convexa	λ_1	1	0	0,5455	0,58	0	0,36	
	λ_2	0	1	0,4545	0	0	0,44	
	λ_3	0	0	0	0	0	0	
	λ_4	0	0	0	0	0	0	
	λ_5	0	0	0	0,42	1	0,20	
	λ_6	0	0	0	0	0	0	
Pesos	x1	0,46	0,992	0	0	0	0	
	x2	0,54	0,008	1	1	1	1	
	y1	0	0	0	1	1	0,7	
	y2	1	1	1	0	0	0,3	
Movimento radial	x1	0	0	-95,455	-71,006	0	-625,091	
	x2	0	0	-81,818	-76,923	0	-694,545	
	y1	0	0	0	0	0	0	
	y2	0	0	0	0	0	0	
Movimento de <i>slack</i> (folgas)	x1	0	0	-368,18	-202,07	0	-184	
	x2	0	0	0	0	0	0	
	y1	0	0	1.100	0	0	0	
	y2	0	0	0	1.284,62	0	0	
Meta de melhorias	x1	800	1.100	936,364	926,923	1.100	990,909	5.854,196
	x2	800	1.500	1.118,182	1.223,077	1.800	1.305,455	7.746,714
	y1	1.400	2.500	1.900	2.500	4.000	2.400	14.700
	y2	2.000	4.200	3.000	2.084,615	2.200	3.000	16.484,62

Tabela 15 – Decomposição da eficiência em %.

	TRIBUNAIS DE JUSTIÇA ESTADUAIS						
	TJE-1	TJE-2	TJE-3	TJE-4	TJE-5	TJE-6	MÉDIA
ET-OI	99,16	100	89,29	86,54	100	65,15	90,02
ETP-OI	100	100	93,18	94,08	100	65,27	92,09
EE-OI	99,16	100	95,82	91,98	100	99,82	97,80

Os dados ratificam que, sob a pressuposição de retornos constantes de escala e a desconsideração das folgas existentes, o nível médio de eficiência técnica global (ET) é 90,02%, o que significa que os tribunais podem reduzir no mínimo aproximadamente 10% (100-90,02) seus gastos com insumos sem comprometer a produção. Verifica-se também que essa ineficiência decorre da ineficiência técnica pura (ETP) e/ou da ineficiência de escala (EE). A ineficiência técnica pura indica uma possível redução de aproximadamente 7,9% (100-92,09) dos insumos e a ineficiência de escala uma diminuição de 2,2% (100-97,8).

No entanto, mesmo que seja evidenciada a existência de ineficiência de escala nas unidades analisadas, ainda não se sabe qual é a natureza do porte inadequado, isto é, se ela se deve a rendimento crescente ou decrescente de escala. Para contornar essa situação, pode-se utilizar a somatória dos λ s do modelo DEA-CCR-OI, seguindo a regra abaixo:

Se $\sum \lambda_j^* > 1$, na unidade j prevalece rendimento decrescente de escala,

Se $\sum \lambda_j^* = 1$, na unidade j prevalece rendimento constante de escala,

Se $\sum \lambda_j^* < 1$, na unidade j prevalece rendimento crescente de escala.

Desse modo, conforme os dados das Tabelas 10 e 16, há apenas duas unidades com porte ideal (TJE-2 e TJE-5), as outras operam com retornos decrescentes de escala, ou seja, estão superdimensionadas. Portanto, duas das recomendações para solucionar esse problema são a descentralização e o desmembramento das operações desses tribunais.

Tabela 16 – λ_s do modelo DEA-CCR-OI.

λ_s DO DEA-CCR-OI	TRIBUNAIS DE JUSTIÇA ESTADUAIS					
	TJE-2	TJE-2	TJE-3	TJE-4	TJE-5	TJE-6
λ_1	0	1	0	0	0	0
λ_2	0,435	0	0,714	0	0	0,592
λ_3	0	0	0	0	0	0
λ_4	0	0	0	0	0	0
λ_5	0,078	0	0	0,625	1	0,228
λ_6	0	0	0	0	0	0
$\sum \lambda_j^*$	0,513	1	0,714	0,625	1	0,82
Tipo de rendimento de escala	Crescente	Crescente	Crescente	Crescente	Crescente	Crescente

4.4.1.2 Modelo DEA-BCC orientado aos inputs

A formulação apresentada em (10) mostra a representação do PPL (8) para o TJE-1.

$$\text{Min } \Psi_1 \quad (10)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} 800 &= 800\lambda_1 + 1100\lambda_2 + 1400\lambda_3 + 1200\lambda_4 + 1100\lambda_5 + 1800\lambda_6 + S_{x_1,1} \\ 800 &= 800\lambda_1 + 1500\lambda_2 + 1200\lambda_3 + 1300\lambda_4 + 1800\lambda_5 + 2000\lambda_6 + S_{x_2,1} \\ 1400\Psi_1 &= 1400\lambda_1 + 2500\lambda_2 + 800\lambda_3 + 2500\lambda_4 + 4000\lambda_5 + 2400\lambda_6 - S_{y_1,1} \\ 2000\Psi_1 &= 2000\lambda_1 + 4200\lambda_2 + 3000\lambda_3 + 800\lambda_4 + 2200\lambda_5 + 3000\lambda_6 - S_{y_2,1} \\ \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6 &= 1 \\ \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6 &\geq 0 \end{aligned}$$

Nesse caso, também se resolvem os 6 PPLs dos tribunais, utilizando o programa EMS. Os resultados obtidos estão registrados na Tabela 17.

Esses resultados revelam que o TJE-1, TJE-2 e TJE-5 continuam sendo eficientes mesmo mudando a orientação. O TJE-3, TJE-4 e TJE-6 também permanecem sendo ineficientes com retornos variáveis de escala, apresentando índices de 108,57%, 108% e 121,5% respectivamente.

Para os TJE's ineficientes se tornarem eficientes, devem se projetar verticalmente na fronteira BCC e cumprir as metas de melhorias registradas nas quatro últimas linhas, formadas pela soma das

melhoras radiais e folgas (*slacks*). Essas metas também podem ser determinadas usando o vetor intensidade λ e os valores das variáveis do conjunto de unidades que servem de referência (*benchmarks*) para as ineficientes, conforme já mostrado. Assim, esse conjunto de metas orientadas aos produtos surge como outra opção alternativa para a busca da eficiência.

Confrontando essas metas com os valores das variáveis originais, pode-se identificar outra opção alternativa de aumento da produção e economia de recursos. Essa opção é a recomendada quando existe uma demanda reprimida, ou seja, uma alta taxa de congestionamento². No primeiro produto, a ampliação da produção pode ser de 14,3% $[(100*15544,7/13600)-100]$, no segundo de 14,5% $[(100*17402,3/15200)-100]$. Isso ainda pode ser feito reduzindo as ociosidades (*slacks*) de insumos, que representam aproximadamente 18,6% no primeiro insumo e 4,8% no segundo, isto é, $[100-(100*6021,43/7400)]$ e $[100-(100*8183,23/7400)]$.

A Tabela 17 também registra os pesos. Estes evidenciam as formas de combinar os insumos e os produtos. Nota-se que eles praticamente não se alteram quando muda a orientação.

Ainda, as comparações dos índices desse último modelo com os modelos DEA-CCR-OO registrados na Tabela 11 resultam nos índices de escala. A Tabela 18 informa os índices dos TJs avaliados.

Tabela 18 – Decomposição da eficiência em %.

	TRIBUNAIS DE JUSTIÇA ESTADUAIS						
	TJE-1	TJE-2	TJE-3	TJE-4	TJE-5	TJE-6	MÉDIA
ET-OI	100,848	100	112	115,556	100	153,491	113,649
ETP-OI	100	100	108,571	108	100	121,505	106,346
EE-OI	100,848	100	103,158	106,996	100	126,325	106,22

² A taxa de congestionamento representa o percentual de processos que não foi baixado durante o ano.

Tabela 17 – Avaliação da eficiência dos TJEs com DEA-BCC-OO.

		TRIBUNAIS DE JUSTIÇA ESTADUAIS						TOTAL
		TJE-1	TJE-2	TJE-3	TJE-4	TJE-5	TJE-6	
<i>Inputs</i> originais	x1	800	1.100	1.400	1.200	1.100	1.800	7.400
	x2	800	1.500	1.200	1.300	1.800	2.000	8.600
<i>Outputs</i> originais	y1	1.400	2.500	800	2.500	4.000	2.400	13.600
	y2	2.000	4.200	3.000	800	2.200	3.000	15.200
Eficiência Ψ em %		100	100	108,57	108	100	121,5	
<i>Benchmark</i>		1	2	1 e 2	1 e 5	5	2 e 5	
Intensida- des dos λ s na for- mação da fronteira convexa	λ_1	1	0	0,428	0,5	0	0	
	λ_2	0	1	0,57	0	0	0,72	
	λ_3	0	0	0	0	0	0	
	λ_4	0	0	0	0	0	0	
	λ_5	0	0	0	0,5	1	0,277	
	λ_6	0	0	0	0	0	0	
Peso	x1	0,3335	1	0	0	0	0,079	
	x2	0,6605	0	1	1	1	0,921	
	y1	0,252	0,058	0	1	0	0,516	
	y2	0,748	0,942	1	0	1	0,484	
Movimento radial	x1	0	0	0	0	0	0	
	x2	0	0	0	0	0	0	
	y1	0	0	68,571	200	0	516,13	
	y2	0	0	257,143	64	0	645,16	
Movimento de <i>slack</i>	x1	0	0	-428,57	-250	0	-700	
	x2	0	0	0	0	0	416,77	
	y1	0	0	1.160	0	0	0	
	y2	0	0	0	1.236	0	0	
Meta de melhorias	x1	800	1.100	971,43	950	1.100	1.100	6.021,43
	x2	800	1.500	1.200	1.300	1.800	1.583,23	8.183,23
	y1	1.400	2.500	2.028,57	2.700	4.000	2.916,13	15.544,7
	y2	2.000	4.200	3.257,14	2.100	2.200	3.645,16	17.402,3

Os dados ratificam que, sob a pressuposição de retornos constantes de escala e a desconsideração das folgas existentes, o nível médio de eficiência técnica global (ET-OO) é 113,65%, o que significa que os tribunais podem aumentar aproximadamente 13,6% (113,65-100) sua produção sem comprometer os gastos com insumos. Verifica-se também que essa ineficiência decorre da ineficiência técnica pura (ETP-OO) e/ou da ineficiência de escala (EE-OO). A ineficiência técnica pura é responsável por 6,35% (106,345-100) da ineficiência técnica global (ET-OO) e a ineficiência de escala por 6,22% (106,22-100), identificando-se 3 TJEs prestando serviços com escalas produtivas subdimensionadas e 1 com escalas superdimensionadas, conforme a Tabela 19. Isso sugere dois tipos de reestruturações que podem elevar a eficiência ET-OO: 1) o TJE superdimensionado pode reorganizar-se descentralizando e criando unidades de gestão do porte dos TJEs que operam com escala ótima; 2) os subdimensionados podem associar-se criando consórcios caso não existam impedimentos geográficos.

Tabela 19 – λ_s do modelo DEA-CCR-OI.

λ_s DO DEA-CCR-OO	TRIBUNAIS DE JUSTIÇA ESTADUAIS					
	TJE-2	TJE-2	TJE-3	TJE-4	TJE-5	TJE-6
λ_1	0	1	0	0	0	0
λ_2	0,4391	0	0,8	0	0	0,91
λ_3	0	0	0	0	0	0
λ_4	0	0	0	0	0	0
λ_5	0,078	0	0	0,7222	1	0,3
λ_6	0	0	0	0	0	0
$\sum \lambda_j^*$	0,517	1	0,8	0,7222	1	1,26
Tipo de rendimento de escala	Crescente	Contante	Crescente	Crescente	Constante	Decrescente

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta seção parte da apresentação dos fundamentos teóricos sobre os quais repousa a análise da eficiência e produtividade. Inicialmente, conceituam-se os termos produção, tecnologia e conjunto de possibilidade de produção. Isso permitirá, na próxima seção, apresentar os conceitos e medidas da produtividade e eficiência sob o prisma das Ciências Administrativas e Econômicas.

Em todos os setores econômicos, tanto públicos quanto privados, os recursos disponíveis são escassos, limitados para atender às crescentes exigências sociais. Além disso, os recursos são de uso alternativo e têm custos de oportunidade, o que implica que o investimento destes em um setor pressupõe um menor orçamento para ofertar outras necessidades sociais, ou seja, a perda de benefícios que poderiam ser obtidos a partir das oportunidades renunciadas. Portanto, ao gerir qualquer empreendimento e determinar o que, como e quanto produzir, os tomadores públicos de decisões devem, antes, procurar as formas mais racionais de organização da atividade econômica.

Com o intuito de contribuir para esse dever, este texto também teve como objetivo servir de introdução ao tema da avaliação da eficácia, da produtividade e da eficiência no setor público, bem como mostrar a utilização de diferentes modelos DEA na criação de um sistema de avaliação de desempenho que encontre a direção certa no Tribunal de Justiça de Minas Gerais.

Porém, é importante ressaltar que a análise e as sugestões decorrentes do emprego dos modelos estudados estão condicionadas às unidades avaliadas e aos valores (não à qualidade) das variáveis contempladas, bem como ao princípio de que todos os demais fatores envolvidos são idênticos. Por ser a eficiência e eficácia medidas relativas, quaisquer unidade e variável acrescentadas ou excluídas da análise poderão modificar os resultados. Nesse sentido, como sugestão, recomenda-se reaplicar os modelos após uma profunda discussão no tribunal, para definir as variáveis que melhor contribuam para a análise da eficácia e eficiência.

Além disso, os indicadores de desempenho encontrados indicam apenas os primeiros indícios de que algo não está bem. Quando uma unidade é ineficiente, podemos pensar que ela deve reduzir os insumos e produzir como sua unidade referência situada na fronteira. No entanto, essa redução pode aumentar a ineficiência se se continua fazendo as coisas de forma inadequada. Portanto, após o cálculo, o foco deve direcionar-se a como os recursos estão sendo empregados. Uma forma de abordar esse problema é visitar as melhores práticas para aprender como se deve fazer as coisas certas.

Dessa maneira, os modelos estudados podem transformar-se em uma valiosa ferramenta de avaliação que permitirá orientar a discussão do contínuo processo de planejamento, organização e controle do trabalho para alcançar, competitivamente, os objetivos do tribunal.

REFERÊNCIAS

AIGNER, D.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Functions Models. *International Economic Review*, v. 17, p. 377-396, 1977.

ÁLVAREZ PINILLA, A. *La Medición de la Eficiencia y la Productividad*. Madrid: Editorial Pirámide. 2001.

BANKER, R.; CHARNES, A.; COOPER, W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

CASTRO, R. B. *Eficácia, Eficiência e Efetividade na Administração Pública*. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 30, 2006, Salvador. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/enanpad/2006/dwn/enanpad2006-apsa-1840.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, v. 3, n. 4, p. 339-338, 1979.

CHERCHYE, L. et al. An introduction to “benefit of the doubt” composite indicators. *Social Indicators Research*, v. 82, n. 1, p. 111-145, 2007.

COELLI, T.; RAO, P.; BATTESE, G. An *Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. 2nd ed., Kluwer, Boston. 2005.

COLEMAN, J. S. *Equality of educational opportunity*, Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office. 1966.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. *Justiça em números*. Brasília, 2015.

Disponível em: <http://www.cnj.jus.br/programas-e-aco/es/pj-justica-em-numeros?acm=33412_7423>. Acesso em: out. 2014.

FÄRE, R. et al. Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: a nonparametric approach. [Review of Economics and Statistics](#), v. 75, p. 90-98, 1989.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. [Journal of the Royal Statistic Society](#), series A, part 3, p. 253-290, 1957.

FELDSTEIN, M. S. [Economic Analysis for Health Service Efficiency](#). North-Holland, Amsterdam. 1967.

FERREIRA, C. M. de C.; GOMES, A. P. [Introdução à análise envoltória de dados](#): teoria, modelos e aplicações. Viçosa: Editora UFV, 2009.

FOCHEZATTO, A. Análise da eficiência relativa dos tribunais da justiça estadual brasileira utilizando o método DEA. In: REU-NION DE ESTUDIOS REGIONALES - AECR, 36, 2010, Badajoz. [Anais...](#) Badajoz: Asociación Española de Ciencia Regional, 2010.

FOX, K. J. [Efficiency in Public Sector](#), v. 1 of Studies in productivity and efficiency. Kluwer Academic Publishers, Boston. 2001.

HOUAISS, A. [Dicionário Houaiss da língua portuguesa](#). São Paulo: Objetiva, 2001.

KOHLER, H. [Introdução à economia moderna](#), v. 2. Rio de Janeiro: Agir, 1972.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. [Administração da produção](#). São Paulo: Saraiva, 2005.

MEEUSEN, W.; VAN DEN BROECK, J. Efficiency estimation from Cobb-

Douglas production functions with composed error. [International Economic Review](#), v. 18, n. 2, p. 435-444, 1977.

PEDRAJA-CHAPARRO, F. SALINA-JIMÉNEZ, J.; SUÁREZ-PANDIELLO, J. [La Medición de la eficiencia en el sector público](#). In: ÁLVAREZ, A. (Ed.) *La Medición de la eficiencia y la productividad*, edição edn, Madrid: Ed. Pirámide. 2001.

PRIOR, D.; VERGÉS, J. E.; VILARDELL, I. [La evaluación de la eficiencia en los sectores privado y público](#). Instituto de Estudios Fiscales. Madrid. 1993.

PRIOR, D. Eficacia, Eficiencia y Gasto Público. ¿Cómo mejorar? [Revista de Contabilidad y Dirección](#), v. 13, p. 11-20, 2011.

ROSANO-PEÑA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; DAHER, C. E. Dinâmica da produtividade e eficiência dos gastos na educação dos municípios goianos. RAC. [Revista de Administração Contemporânea](#) (On-line), v. 16, p. 845-865, 2012.

SCHWENGBER, S. B. [Mensurando a eficiência no Sistema Judiciário: métodos paramétricos e não paramétricos](#). 165 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SHEPHARD, R. [Cost and production functions](#). Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 1953.

YEUNG, L. L.; AZEVEDO, P. F. Beyond conventional wisdom and anecdotal evidence: measuring efficiency of brazilian courts. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR NEW INSTITUTIONAL ECONOMICS, 13, 2009, Berkeley. [Papers...](#) Berkeley: University of California, 2009.

ZAIDAN, C. A. L. [Análise do Poder Judiciário Brasileiro](#): quantificando sua eficiência através da Análise Envoltória de Dados: DEA. 1. ed., v. 1, Recife: 2012. 125p.