

Análise envoltória de dados

Eficiência dos contratos de georreferenciamento na Administração Pública

OTÁVIO MOREIRA DO CARMO JÚNIOR
CARLOS ROSANO PEÑA

Resumo: Este trabalho pretende analisar, por meio da técnica *Network Data Envelopment Analysis (DEA)*, a eficiência técnica da Administração Pública na execução de contratos de georreferenciamento do Programa Terra Legal, no âmbito da política de regularização fundiária na Amazônia. A técnica utilizada foi uma metodologia não paramétrica, que tem como objetivo o uso de programação matemática linear na construção de fronteiras de possibilidades de produção em unidades produtivas denominadas *Decision Making Units (DMUs)*. Sobre os resultados, no Estágio 1, dez unidades se mostraram eficientes, ao passo que, no Estágio 2, apenas um contrato alcançou a eficiência técnica. O estudo ainda demonstrou, por meio da análise de *benchmark*, os contratos com o conjunto de práticas mais eficientes, o que cria oportunidade de melhoria na contratação de serviços pela Administração Pública.

Palavras-chave: Análise envoltória de dados. Georreferenciamento. Eficiência. Contratos na Administração Pública.

Data Envelopment Analysis: efficiency of georeferencing contracts in Public Administration

Abstract: This work intends to analyze, through the Network Data Envelopment Analysis (DEA) technique, the technical efficiency of the public service in the execution of the georeferencing contracts, carried out as part of the land regularization policy in Amazonia since 2009. The technique used consists of a non-parametric methodology, which has as objective the use of linear mathematical programming in the construction of production possibilities frontiers in production units called DMUs (Decision Making Units). About the results, while in Stage I 10 units proved to be efficient, in Stage II, only 1 contract reached technical efficiency. The study also showed, through the benchmark analysis, that

Recebido em 22/5/19
Aprovado em 4/7/19

efficient contracts are also those that have good practices, opening space for opportunities for improvement in the hiring of these services by the Public Administration.

Keywords: Data envelopment analysis. Georeferencing. Efficiency. Contracts in Public Administration.

1 Introdução

O conceito de eficiência no setor público tem sido frequentemente debatido pelos governos, pelos estudiosos e no meio acadêmico. O entendimento mais comum entre os autores define eficiência no setor público como a prestação de bons serviços pelo aparelho do Estado a baixo custo para o cidadão. Por outro lado, o conceito de efetividade estaria relacionado à capacidade do Estado de atender à sociedade por meio das políticas públicas. Nesse sentido, o conceito de eficiência está diretamente conectado à palavra serviço, ao passo que o conceito de efetividade se refere às políticas públicas, ao aparelho do Estado e ao núcleo estratégico (BRASIL, 2018a).

É importante diferenciar tais conceitos dos pressupostos básicos já conhecidos nas ciências econômicas, em que eficiência e eficácia remetem à ideia de melhor escolha alocativa dos recursos, que são escassos, frente às necessidades humanas, que são ilimitadas. Por essa ótica, a eficiência pode ser considerada sinônimo de processo produtivo, sendo, portanto, limitada. Por sua vez, a eficácia, vista como sinônimo de resultado, refere-se a um conceito amplo (CHIAVENATO, 2003).

Não faz muito tempo que o Estado brasileiro vem buscando implementar o modelo de administração pública gerencial em detrimento do modelo burocrático. Uma das principais iniciativas foi a criação do Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização (GesPública), lançado pelo Decreto nº 5.378, de 23 de fevereiro de 2005 (BRASIL, [2009a]), que partiu da hipótese de que os órgãos e entidades públicas podem e devem concorrer com padrões internacionais de excelência e qualidade em gestão estratégica, sem deixar de serem públicos.

O GesPública buscava seguir os princípios constitucionais da impessoalidade, da legalidade, da moralidade, da publicidade e da eficiência, bem como considerava que a qualidade da gestão pública deveria ser orientada para o cidadão, sendo esse o seu grande desafio. O atendimento total ou parcial das demandas da sociedade seria o resultado ao qual

o setor público teria que se dedicar por meio das políticas públicas. A eficiência e a eficácia dessas políticas deveriam ser medidas com base na capacidade de produzir resultados positivos na vida dos cidadãos, melhorando a qualidade de vida em geral.

Em 17 de julho de 2017, o Decreto nº 9.094 (BRASIL, [2019a]) revogou o Decreto nº 5.378, de 2005, instituindo novas diretrizes e medidas para pautar as decisões estratégicas do Governo Federal, que continuaram tendo como finalidade facilitar o atendimento público aos cidadãos.

Este trabalho tem como objetivo analisar a eficiência da gestão pública. Para isso, foi escolhido como estudo de caso o processo de contratação dos serviços de georreferenciamento realizados no âmbito do Programa Terra Legal Amazônia.

O Terra Legal teve origem com a publicação da Lei nº 11.952, de 25 de junho de 2009 (BRASIL, [2019c]), com o propósito de regularizar e destinar as terras públicas federais remanescentes na Amazônia Legal. Uma das ações mais relevantes do programa consistia em identificar a malha fundiária nacional por meio do serviço de georreferenciamento dos imóveis. De acordo com a então Subsecretaria de Regularização Fundiária na Amazônia Legal (Serfal) (SIGEF..., 2018), dos 120 milhões de hectares de terras públicas arrecadadas naquela região, o programa georreferenciou aproximadamente 62 milhões de hectares, o equivalente à totalidade do território da França. Cabe ressaltar que, em 2019, o programa foi desarticulado. Instituiu-se, então, a Secretaria Especial de Assuntos Fundiários (Seaf), que foi incorporada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e está dividindo suas competências com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), conforme Decreto nº 9.667, de 2 de janeiro de 2019 (BRASIL, [2019b]).

A contratação dos serviços de georreferenciamento segue o que determina o Decreto nº 7.892, de 23 de janeiro de 2013 (BRASIL, [2018b]), incluindo-se na modalidade de Pregão Eletrônico no Sistema de Registro de Preços. Nesse caso específico, após a realização do concurso público, as empresas vencedoras devem atender os normativos vigentes, executando o trabalho de georreferenciamento dos imóveis. A celebração desses contratos de georreferenciamento tem apresentado diversos problemas, merecendo destaque a frequente incapacidade técnica das empresas, aliada às dificuldades logísticas que caracterizam a região amazônica.

Considerando a importância de o Estado garantir a excelência da gestão pública, com o objetivo de orientar os serviços públicos para resultados eficientes, busca-se, neste artigo, avaliar a eficiência dos contratos de georreferenciamento celebrados no âmbito do Programa Terra Legal. Realizar o planejamento e acompanhar o desempenho desses contratos são tarefas de alta relevância, já que eles envolvem diretamente grande parcela dos recursos públicos. Espera-se que o resultado oriundo da execução dos contratos de georreferenciamento seja o mapeamento de toda a malha fundiária nacional, trazendo benefícios a toda a população brasileira.

Para alcançar o objetivo deste estudo, apresenta-se, na seção 2, a revisão documental e das informações primárias oriundas das bases de dados oficiais do Programa Terra Legal, de modo a contextualizar brevemente essa política pública e explicar como se deu a formalização dos contratos de georreferenciamento. Na seção 3, abordam-se os conceitos teóricos de produção, tecnologia e eficiência, os quais são fundamentais para a compreensão deste trabalho. Na seção 4, explica-se o método *DEA* e seus modelos de análise, o método *Network DEA* e, de forma específica, o modelo e as variáveis construídos para este estudo. Na seção 5, apresentam-se os

resultados da análise da eficiência dos contratos de georreferenciamento celebrados no âmbito do Terra Legal e, na seção 6, as considerações finais.

É importante ressaltar que a técnica *DEA* é uma metodologia não paramétrica, que tem como objetivo a utilização de programação matemática linear para construir fronteiras de possibilidades de produção em unidades produtivas. Como qualquer metodologia, os métodos não paramétricos têm muitas vantagens e desvantagens. Entre as principais vantagens, está o fato de a técnica poder ser aplicada sem dificuldade ao estudo de unidades de produção complexas, públicas ou privadas, com múltiplos produtos e múltiplas entradas, como unidades agrárias, usinas, hospitais, bancos, escolas.

2 Sobre os contratos de georreferenciamento no Programa Terra Legal

O Programa Terra Legal teve início em 2009, como resultado da conversão da Medida Provisória nº 458, de 10 de fevereiro de 2009 (BRASIL, [2009b]), na Lei nº 11.952/2009. Essa lei ainda está vigente e normatiza a questão fundiária e a destinação de terras públicas federais remanescentes na Amazônia Legal. Sua promulgação teve o intuito de acelerar o processo de regularização fundiária das áreas rurais e urbanas, principalmente as situadas na região denominada “Arco de Fogo”, que abrange 43 municípios, responsáveis por 53% do desmatamento na Amazônia Legal (CARMO JÚNIOR, 2018).

Para executar os trabalhos de destinação e regularização de terras públicas na região amazônica, o Governo Federal criou, por meio do Decreto nº 7.255, de 4 agosto de 2010 (BRASIL, [2010a]), a Secretaria Extraordinária

de Regularização Fundiária na Amazônia Legal (Serfal), que coordenava a política fundiária e determinava à Superintendência Nacional de Regularização Fundiária na Amazônia Legal (SRFA), órgão do Incra, a execução de medidas administrativas e atividades operacionais relacionadas à regularização fundiária na Amazônia Legal.

Durante os anos de funcionamento do Programa Terra Legal, o georreferenciamento foi uma das mais complexas e cruciais etapas do processo de titulação de terras, principalmente como forma de controle das ocupações e gestão da malha fundiária nacional (CARMO JÚNIOR, 2018).

Os produtos oriundos dos serviços de georreferenciamento são essencialmente a medição das áreas, a descrição de suas características e a definição de seus limites e suas confrontações. A base normativa que orienta esses serviços encontra-se na Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001 (BRASIL, 2001), e na Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, publicada em 2013 pela Diretoria de Ordenamento da Estrutura Fundiária e Coordenação Geral de Cartografia do Incra. Segundo essa norma, o material georreferenciado deve ser gerado e inserido no Sistema de Gestão Fundiária (Sigef), ferramenta eletrônica do Incra, que tem a finalidade de efetuar a recepção, validação, organização, regularização e disponibilização das informações georreferenciadas sobre os limites de imóveis rurais, públicos e privados (BRASIL, 2013).

A Administração Pública realiza suas contratações em conformidade com o art. 6º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993 (BRASIL, [2017]). No Terra Legal, para a contratação dos serviços de georreferenciamento, exigia-se que as empresas fossem especializadas, capazes de executar os serviços dentro dos parâmetros normativos, atendendo às demandas de regu-

larização fundiária nas ocupações territoriais rurais, perímetros de glebas públicas federais, perímetros urbanos consolidados e suas áreas de expansão nas terras pertencentes à União, conforme o Decreto nº 7.341, de 22 de outubro de 2010 (BRASIL, 2010b).

3 Aspectos teóricos: produção, tecnologia e eficiência

Varian (2012) apresenta conceitos importantes que servem de base teórica para o entendimento da análise de eficiência e construção de fronteiras de possibilidades de produção. Ele explica que as unidades produtivas têm papel fundamental como agentes econômicos responsáveis pelo processo produtivo, que consiste em decidir o quê, quanto e como será produzido em razão de determinada tecnologia.

Ainda conforme o autor, ao considerar essa primeira premissa, é fundamental traçar um conceito para a palavra *produção*, que pode ser entendida como o modo pelo qual bens e serviços são transformados em novos bens e serviços, possibilitando maior grau de utilidade. Os bens e serviços também são denominados fatores de produção, meios de produção ou *inputs*. Frequentemente, os fatores de produção são classificados em categorias como terra, trabalho, capital (físico e financeiro) e matérias-primas. Os resultados da produção ou *outputs* podem gerar tanto produtos desejáveis quanto indesejáveis.

Mello, Meza, Gomes e Biondi Neto (2005) conceituam produtividade como “a razão entre o que foi produzido e o que foi gasto para produzir”. É o quociente entre essas duas quantidades. Dessa forma, a produtividade tem unidades de medidas diferentes para cada caso analisado, uma vez que é o resultado da divisão entre duas quantidades distintas. Segundo os autores,

[s]e tivermos várias empresas que desenvolvem atividades semelhantes, podemos comparar as suas produtividades e investigar porque razão umas são mais produtivas que outras. De forma genérica, uma empresa é mais produtiva que outra porque tomou decisões que lhe permitem aproveitar melhor os recursos. Essas decisões podem ser o uso de uma tecnologia mais avançada, a contratação de mão-de-obra mais qualificada, melhores técnicas gerenciais, ou outras. O importante é que a maior produtividade é, via de regra, decorrente de alguma decisão tomada. Portanto, do ponto de vista deste tipo de análise, as unidades produtoras tomaram decisões e, por isso serão, doravante, denominadas por “Unidades que Tomam Decisões”. É usual usar uma sigla vinda da tradução para inglês. Uma unidade que toma decisões em inglês é *Decision Making Unit*, o que dá a sigla *DMU*. As unidades produtivas passam a ser chamadas de *DMUs*, mesmo nos casos em que não tomam decisão alguma (MELLO; MEZA; GOMES; BIONDI NETO, 2005, p. 2.521).

Para Varian (2012), outro conceito importante refere-se à função de produção. Essa função indica a maior quantidade de produto (y) que pode ser obtida com base em determinada quantidade de insumos (x); logo, tem-se a função de produção $y = f(x)$. Ao considerar mais de um fator de produção (x_1, x_2), onde x_1 representa unidades do fator 1, e x_2 unidades do fator 2, a função de produção seria $y = f(x_1, x_2)$. Em síntese, a função de produção pode ser $f(y) = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$. Em outras palavras, as funções de produção estão relacionadas às quantidades dos diversos insumos necessários à produção de uma unidade do bem final. De outra forma, entende-se como a quantidade máxima do bem final, obtida com o uso de quantidades definidas dos fatores de produção. Seu formato geral é:

$$Q = f(N, T, K)$$

Onde,

Q = quantidade do bem final;

N = recursos naturais utilizados (o fator terra, ou natureza);

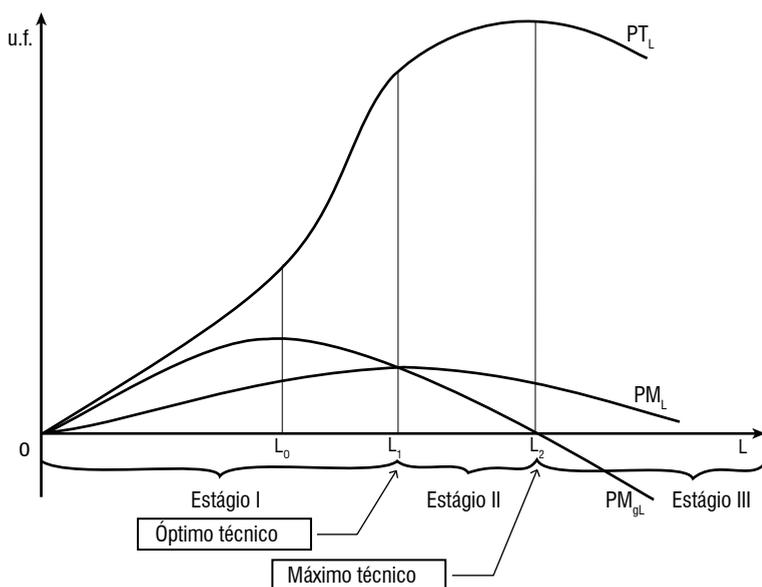
T = quantidades de trabalho utilizadas;

K = quantidades de capital utilizadas.

A Figura 1 apresenta o modelo gráfico ou formato da curva da função de produção, onde ficam evidenciados os diferentes estágios de produção que proporcionam diferentes retornos de escala.

Figura 1

Função de produção



Fonte: Saraiva (1988).

No estágio I, os retornos de escala são crescentes; no estágio II, os retornos são constantes; no estágio III, são decrescentes. Os pontos L_1 e L_2 representam unidades produtivas com níveis de produção eficientes, porém com diferentes níveis de produtividade média (PML), uma vez que, em L_1 , a PML é maior do que em L_2 . Assim, do ponto L_1 ao ponto L_2 , cada acréscimo em unidade do fator de produção trabalho (L) proporciona acréscimos cada vez menores à produção total. Qualquer ponto fora da curva representa ineficiência produtiva.

Do ponto de vista dos insumos, as relações produtivas podem ser explicadas pelas curvas de isoquantas, que representam o conjunto de

todas as combinações possíveis dos insumos x_1 e x_2 , necessários para produzir a mesma quantidade de produto y . As isoquantas são rotuladas pela tecnologia (JEHLE; RENY, c2001).

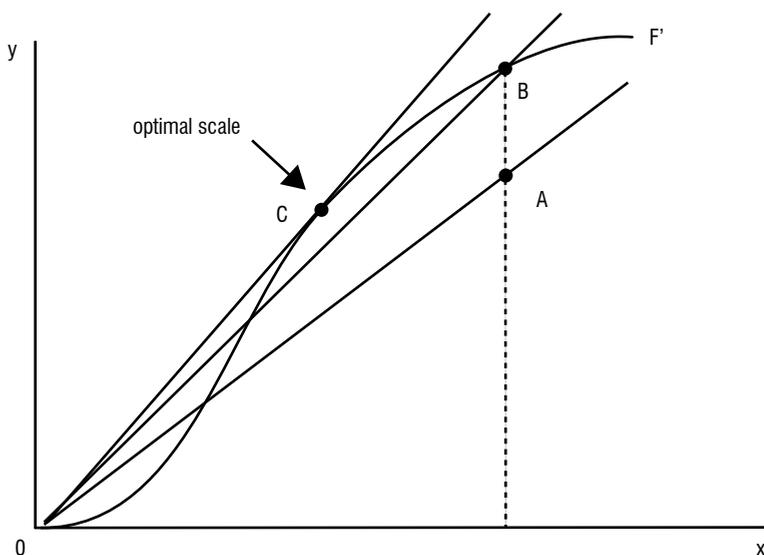
Rosano Peña (2008) afirma que a tecnologia pode ser caracterizada pelo conjunto de recursos, informações e métodos utilizados no processo produtivo. Ela resulta da incorporação do conhecimento científico aos processos produtivos e poderá ser o principal entrave enfrentado pelo gestor na otimização dos resultados. O conhecimento da tecnologia é um requisito primordial para analisar os resultados do processo produtivo. Em sentido mais amplo, a tecnologia está ligada à capacidade de organização das unidades produtivas.

Outro conceito relevante em relação à tecnologia é o conjunto de possibilidades de produção (CPP), que mede a viabilidade de produção com o emprego de determinadas funções de produção e tecnologia. Em outras palavras, serve como meio para definir a tecnologia de determinado setor produtivo. A função que traduz essa relação é expressa por $CPP = \{(x, y): x \text{ pode produzir } y\}$, onde $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ indica o vetor ou conjunto de insumos que, depois de combinados e transformados, podem produzir um vetor de novos bens e serviços $y = (y_1, y_2, \dots, y_s)$, num determinado período de tempo. Assim, cada par de vetores (x, y) consiste em um processo produtivo viável (JEHLE; RENY, c2001).

Coelli, Prasada Rao e Battese (c1998) apresentam, na Figura 2, a fronteira do conjunto de possibilidades de produção (CPP), utilizada para definir o nível máximo de produção para cada nível de insumos com a tecnologia existente. O CPP é representado pelo segmento OF, e os pontos que tangenciam a fronteira são considerados unidades produtivas eficientes, as quais combinam seus insumos com as melhores práticas. Portanto, essa fronteira é formada pelas unidades produtivas que maximizam a produção ou minimizam os insumos. A ineficiência é medida com base na distância a que a unidade produtiva se encontra da fronteira. Na Figura 2, o ponto A indica uma unidade produtiva ineficiente, uma vez que, nesse ponto, a produção está ocorrendo abaixo do seu potencial. A produtividade da unidade A é inferior à produtividade da unidade B, ou seja, no ponto B, a unidade maximiza a produção com os insumos dados, alcançando assim eficiência técnica pura. Por outro lado, analisando-se o ponto A em relação ao ponto C, observa-se que sua produtividade (medida pela inclinação do raio y/x) é menor, fato gerado pela ineficiência de escala. A unidade B opera no ponto da curva com retornos decrescentes de escala, superdimensionando seus recursos produtivos. O ponto ótimo é dado pela unidade C, onde ocorre a maior produtividade.

Figura 2

Produtividade, eficiência técnica pura e eficiência de escala



Fonte: Coelli, Prasada Rao e Battese (c1998).

Ao considerar todo esse arcabouço teórico que envolve a teoria da produção, Farrell (1957) propôs a construção de uma função de produção que fosse utilizada para medir eficiência técnica. Para isso, baseou-se em modelos econométricos não paramétricos para elaboração de fronteira determinística.

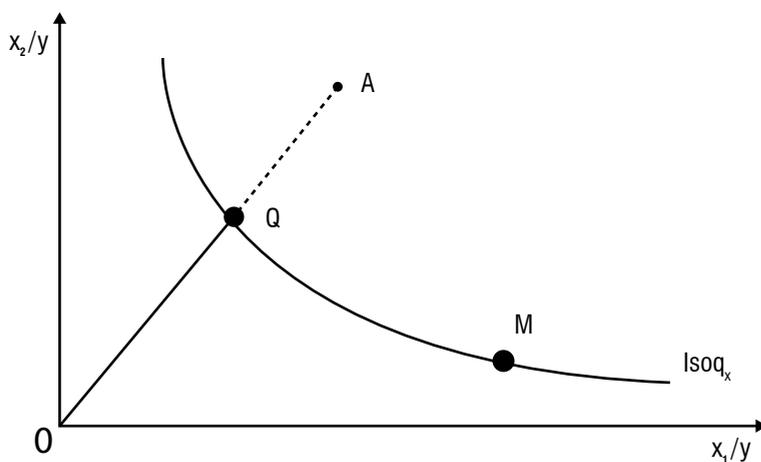
A Figura 3 mostra um exemplo de isoquanta, representada pela curva $Isoqx$, onde as unidades produtivas nos pontos M e Q são eficientes. Esses pontos indicam as melhores combinações de insumos x para produzir o máximo de produto y . A unidade produtiva que se encontra no ponto A é ineficiente, tendo em vista que ela ainda pode manter o mesmo nível de produção reduzindo a quantidade de insumos utilizados no processo produtivo, como mostra o segmento QA. Dessa forma, considera-se o conceito de eficiência técnica, dada pela razão QA/OA .

A eficiência pode ser entendida como a combinação ótima dos insumos e métodos necessários (*inputs*) no processo produtivo, gerando o máximo de produto (*output*). Consideram-se dois tipos de eficiência: a já mencionada eficiência técnica e a eficiência econômica ou alocativa, que está relacionada com a maximização da riqueza e do bem-estar social (COELLI; PRASADA RAO; BATTESE, c1998). Segundo Belloni (2000), o critério de eficiência na produção remete ao conceito de racionalidade econômica e de produtividade material, revelando a capacidade que a

unidade tem de produzir bens e serviços, obtendo o máximo de resultados com o mínimo de recursos.

Figura 3

Isoquanta



Fonte: adaptada de Coelli, Prasada Rao e Battese (c1998).

A primeira abordagem analítica para medir a eficiência do processo de produção remonta aos trabalhos de Koopmans (1951), Debreu (1951) e Farrell (1957). Segundo Koopmans (1951), um vetor de *input-output* é tecnicamente eficiente se, e somente se, for possível aumentar o *output* obtido, ou diminuir a *input* empregado, apenas por meio da redução de outra saída ou do aumento de outra entrada. Essa pode ser vista como a primeira definição de eficiência técnica, sendo praticamente uma adaptação do conceito de eficiência de Pareto.

De acordo com Debreu (1951) e Farrell (1957), no modelo orientado aos *inputs*, a eficiência pode ser medida considerando a máxima redução equiproporcional de todos os *inputs*, enquanto os *outputs* são mantidos constantes. Esse conceito é difundido como medida Debreu-Farrell, da qual se originaram os modelos *DEA* clássicos, CCR (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978) e BCC (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984). Farrell importou a mensuração da eficiência global ou econômica como produto da eficiência técnica e da eficiência alocativa. Debreu oferece a primeira extensão radial do conceito de eficiência da produção por meio do coeficiente de recursos utilizados por unidade de produção. Em síntese, a eficiência técnica consiste na capacidade de maximizar a quantidade produtiva por meio dos fatores de produção disponíveis, ou

mesmo pela habilidade de minimizar a quantidade de insumos necessários para produzir determinada quantidade de produtos. Nesse sentido, a eficiência técnica pode ser orientada ao aumento do produto (abordagem do produto) ou à redução dos insumos (abordagem dos insumos).

Outro conceito igualmente importante que cabe ressaltar é o significado de eficácia. Segundo Mello, Meza, Gomes e Biondi Neto (2005, p. 2.520), a eficácia está conectada unicamente ao que é produzido, sem considerar os recursos utilizados para a produção:

Se um curso pré-vestibular conseguiu aprovar 15 alunos em um vestibular para o curso de odontologia de uma universidade que oferece 20 vagas, podemos dizer que ele foi eficaz. No entanto, não sabemos se ele foi eficiente. Não são conhecidos, entre outras coisas, que tipo de alunos estavam inscritos, quantos professores trabalhavam, quantas horas de aula por semana eram dadas, que recursos audiovisuais estavam à disposição etc. Além de tudo isso, não sabemos que resultados foram obtidos pelos cursos concorrentes.

4 Fundamentos metodológicos: o método DEA

A metodologia *DEA*, criada por Farrell (1957) e aperfeiçoada por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), é uma técnica não paramétrica, que aceita operar com várias saídas (*outputs*) e entradas (*inputs*), visando medir, comparativamente, o desempenho de unidades produtivas ou *DMUs* independentes, ou seja, permite medir a eficiência de cada unidade. A técnica *DEA* é decorrente de programação linear padrão, que procura estabelecer a eficiência máxima da *DMU*, retratando a razão entre *inputs* e *outputs* e comparando o desempenho da unidade em relação ao grupo de unidades semelhantes. Essa técnica aplicada possibilita apontar quais unidades têm desempenho mais eficiente (AZAMBUJA; OLIVEIRA; LIMA, 2015).

Gomes (2008) enfatiza que, por meio da técnica, é possível comparar os desempenhos das *DMUs* que operam em tarefas similares e se diferenciam nas quantidades de *inputs*, as entradas que consomem, e de produtos (*outputs*), as saídas que produzem.

Lobo, Lins, Silva e Fiszman (2010), Fraser e Cordina (1999) explicam que a técnica *DEA* usa a programação linear para construir uma fronteira de eficiência relativa por partes, pelo uso de *inputs* e pela produção de *outputs* para construção da fronteira de possibilidades de produção. A função das *DMUs* é construir a fronteira de produção que representará as combinações eficientes de *inputs* que resultam em *outputs*, utilizando variedade idêntica de *inputs* para produzir também idênticos *outputs*.

Charnes, Cooper, Lewin e Seiford (c1994) afirmam que a técnica *DEA* se baseia em definição similar à de ótimo de Pareto, segundo a qual nenhum *output* pode ser incrementado sem que sejam aumentados os seus *inputs* ou diminuída a produção de outro *output*. A eficiência é relativa, já que depende das unidades apresentadas. O método tem aplicação multidisciplinar e é usado para avaliar o desempenho das empresas.

Arzubi e Berbel (2002) ressaltam a possibilidade de uso da técnica *DEA* para fazer *benchmarking*, já que ela permite comparar as empresas ineficientes com as eficientes, que servem como referência ou *benchmark*, possibilitando extrair informações para a tomada de decisões quanto às ineficiências e buscar a melhoria contínua.

Segundo Mello, Meza, Gomes e Biondi Neto (2005), os modelos clássicos do *DEA* são o CCR, igualmente conhecido por *CRS – Constant Returns to Scale*, formulado por Charnes, Cooper e Rhodes em 1979 –, e o modelo de Banker, Charnes e Cooper, de 1984, chamado de BCC, desenvolvido para incluir retornos variáveis de escala, *VRS – Variable Returns to Scale*. O primeiro modelo, *CCR-DEA*, trabalha com retornos constantes à escala, isto é, qualquer variação nos insumos produz variação proporcional nos produtos. O segundo modelo, *BCC-DEA*, considera retornos variáveis de escala, isto é, os retornos crescentes e decrescentes na fronteira da eficiência. Cada um desses dois modelos clássicos, *CCR-DEA* e *BCC-DEA*, pode ser construído sob duas formas básicas de maximização da eficiência: 1) reduzir o consumo de insumos, mantendo o nível de produção, ou seja, orientado ao insumo; 2) aumentar a produção, dados os níveis de insumos, ou seja, orientado ao produto.

a. Modelo CCR orientado a *input*:

$$\text{Maximizar } h_0 = \sum_{r=1}^m u_r y_{r0}$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^m u_i y_{rj} \leq \sum_{i=1}^n v_i x_{ij}$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Considerando:

$y = \text{outputs}; x = \text{inputs};$

$u, v = \text{pesos};$

$r = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n; e$

$$j = l, \dots, N$$

b. Modelo CCR orientado a *output*:

$$\text{Minimizar } h_k = \sum_{i=l}^n v_i x_{ik}$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=l}^m u_r y_{rk} = 1$$

$$\sum_{r=l}^m u_r y_{rj} \leq \sum_{i=l}^n v_i x_{ij}$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Considerando:

$y = \text{outputs}; x = \text{inputs};$

$u, v = \text{pesos};$

$r = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n; e$

$j = l, \dots, N$

c. Modelo BCC orientado a *input*:

$$\text{Maximizar } h_0 = \sum_{r=l}^m u_r y_{rk} - u_k$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=l}^n v_i x_{ik}$$

$$\sum_{i=l}^n u_r y_{rj} - \sum_{i=l}^n v_i x_{ij} - u_k \leq 0$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Considerando:

$y = \text{outputs}; x = \text{inputs};$

$u, v = \text{pesos};$

$r = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n; e$

$j = l, \dots, N$

d. Modelo BCC orientado a *output*:

$$\text{Minimizar } h_k = \sum_{i=l}^n v_i x_{ki} + v_k$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=l}^m u_r y_{rk} = 1$$
$$\sum_{r=l}^m u_r y_{jr} - \sum_{i=l}^n v_i x_{jr} - v_k \leq 0$$
$$u_r, v_i \geq 0$$

Considerando:

$y = \text{outputs}; x = \text{inputs};$

$u, v = \text{pesos};$

$r = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n; e$

$j = l, \dots, N$

4.1 Método *Network DEA*

Tone e Tsutsui (2009) afirmam que os modelos *DEA* tradicionais lidam com medidas de eficiência relativa das *DMUs*, considerando múltiplas entradas *versus* múltiplas saídas, mas negligenciam produtos intermediários ou atividades de ligação. Por essa razão, propuseram um modelo baseado em redes ou *networks*, apropriado para análises de eficiência que incluem produtos intermédios. Usando esse modelo, é possível avaliar não só a eficiência total, mas também a eficiência nas etapas intermediárias.

Lobo, Lins, Silva e Fiszman (2010, p. 584), ao avaliar o desempenho e a integração docente-assistencial nos hospitais universitários usando o modelo *Network DEA*, afirmaram que os “sistemas com dois ou mais processos conectados entre si, seja em série, seja em paralelo, formam redes *networks*”. Esse tipo de modelo possibilita a construção de fluxos de relação entre variáveis, permitindo não só comparar a pontuação da eficiência total, mas também cada dimensão ou processo que se desenvolve no interior da *DMU*.

Sabendo que o modelo *Network DEA* exige parâmetros de entrada e saída (*inputs* e *outputs*) para analisar a eficiência das *DMUs* com base nas melhores práticas de cada estágio do processo, serão descritos detalhadamente a fundamentação técnica, os critérios de seleção das variáveis e o modelo *network* aqui construído.

4.2 Variáveis do estudo e proposta de modelo

Desde 2009, o Programa Terra Legal celebrou 131 contratos de georreferenciamento, distribuídos em sete pregões eletrônicos, classificados em

ordem alfabética (A, B, C, D, E, F e G). Para efeito da presente pesquisa, foram selecionados 102 contratos, aqui denominados de *DMUs*, com as informações necessárias para a análise pretendida.

Segundo Banker e Datar (1989), para satisfazer ao modelo e obter resultados confiáveis, é necessário que a quantidade de *DMUs* seja, pelo menos, igual a três vezes o número total de variáveis de entradas, saídas e intermediárias.

Para desenvolver o modelo *Network DEA*, classificou-se cada contrato como uma *DMU* e, no estágio 1, foram selecionados três *inputs* e um *output* (intermediário):

Inputs

- Valor pago por contrato (R\$);
- Duração do contrato (nº de dias);
- Preço do quilômetro contratado (R\$), que neste caso foi considerado uma variável “peso”, indicando que, quanto maior for o preço do quilômetro contratado, maior será o nível de dificuldade enfrentado pela empresa executora.

Output

- Quantidade de quilômetros georreferenciados.

No estágio 2, foi selecionado um *input* e um *output*:

Input

- Quantidade de quilômetros georreferenciados.

Output

- Nº de títulos emitidos por contrato.

A Figura 4 explica o modelo:

Figura 4

Modelo *Network DEA* aplicado aos contratos de georreferenciamento no Programa Terra Legal



Fonte: elaborada pelos autores.

Após selecionar as variáveis, o passo seguinte inclui submeter os dados ao modelo *DEA* por meio de um *software* específico, no caso o *MaxDEA Pro 6.3*. A eficiência foi calculada considerando retornos constantes de escala (CCR), orientada ao produto (*outputs*).

5 Resultados e discussões

Considerando o modelo *Network DEA* desenhado para esta pesquisa, é possível afirmar que, dos 102 contratos de georreferenciamento realizados no âmbito do Programa Terra Legal Amazônia, o índice médio de eficiência (*Score*) para o estágio 1 foi de aproximadamente 50%; no estágio 2, de 12,4%; em relação à eficiência total, foi de 5,4%.

Considerando uma análise com retornos constantes de escala (CCR), a Tabela 1 apresenta a relação dos contratos de georreferenciamento que tangenciaram a curva de eficiência no primeiro estágio, em que o produto a ser entregue é a quantidade de quilômetros georreferenciados. Esses contratos foram identificados pelos números ordinais (1, 13, 31, 4, 45, 5, 63, 67, 95 e 97), sendo, possivelmente, aqueles em que empresas contratadas tomaram as melhores decisões e, conseqüentemente, tiveram as melhores práticas.

Tabela 1

Contratos de georreferenciamento eficientes

<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Benchmark (Lambda)</i>	<i>Times as a benchmark for another DMU</i>
Contrato 1	1	Contrato 1 (1.000000)	10
Contrato 13	1	Contrato 13 (1.000000)	19
Contrato 31	1	Contrato 31 (1.000000)	7
Contrato 4	1	Contrato 4 (1.000000)	12
Contrato 45	1	Contrato 45 (1.000000)	64
Contrato 5	1	Contrato 5 (1.000000)	22
Contrato 63	1	Contrato 63 (1.000000)	38
Contrato 67	1	Contrato 67 (1.000000)	13
Contrato 95	1	Contrato 95 (1.000000)	32
Contrato 97	1	Contrato 97 (1.000000)	10

Fonte: elaborada pelos autores.

Essa conclusão torna-se ainda mais evidente quando se observa a análise de *benchmark*, que mostra a liderança do Contrato 45 como o que mais serviu de referência de boas práticas (64 vezes). Na sequência, vem o Contrato 63 (38 vezes) e o Contrato 95 (32 vezes). Tais inferências são relevantes para a Administração Pública, já que norteiam a definição de critérios discricionários dos futuros editais dos pregões.

É possível elencar diversos motivos para justificar a eficiência de um contrato de georreferenciamento em relação a outro. Quando se trata de serviços prestados na região Amazônica, os motivos são diversos, como a

facilidade ou dificuldade de acesso aos grandes centros urbanos, o período de execução dos trabalhos, principalmente em decorrência das estações chuvosas, além da maior ou menor densidade de floresta.

Com base nesses resultados, a Administração Pública precisa investigar as razões pelas quais alguns contratos foram eficientes e quais foram as melhores práticas. Um exemplo é o Contrato 45, que pode servir como instrumento de análise. Por meio dele, será possível identificar a razão dos verdadeiros entraves que impediram que outros contratos também fossem eficientes.

A Tabela 2 apresenta o *ranking* dos contratos que tiveram as maiores folgas em relação à variável tempo. A coluna *Slack Movement* (Tempo) indica em quantos dias a menos os contratos deveriam ter sido executados; ou seja, diante da quantidade de quilômetros entregues, o mesmo resultado poderia ter sido alcançado pela empresa em menos tempo? A resposta é sim para o Contrato 96, por exemplo, que foi ineficiente no primeiro estágio, com um índice de 0,532713, e poderia ter entregado sua produção 570 dias antes, bem como os Contratos 59 (-544), 107 (-487), 103 (-483), 106 (-460), entre outros. De forma análoga, a coluna *Projection* (Tempo) indica o tempo ideal (nº de dias) que cada contrato deveria ter durado. Assim, o Contrato 96, que durou 992 dias, poderia ter sido executado em aproximadamente 422, ao passo que o Contrato 108, que durou 626 dias, poderia ter sido executado em cerca de 210.

Tabela 2

Ranking das 10 *DMUs* mais ineficientes em relação ao tempo (nº de dias) de duração do contrato

<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Slack Movement</i> (Tempo)	<i>Projection</i> (Tempo)
Contrato 96	0,532713	-569,742431	422,257569
Contrato 59	0,821776	-544,315409	397,684591
Contrato 107	0,713093	-487,627811	256,372189
Contrato 103	0,71219	-483,781728	260,218272
Contrato 106	0,662366	-460,657018	283,342982
Contrato 109	0,882	-445,22116	298,77884
Contrato 76	0,839	-417,6273	318,3727
Contrato 108	0,701269	-415,385114	210,614886
Contrato 68	0,592719	-369,471912	213,528088
Contrato 72	0,691277	-366,143563	216,856437

Fonte: elaborada pelos autores.

Ainda sobre o primeiro estágio, a Tabela 3 apresenta o movimento radial a ser percorrido pelos vinte contratos com maiores índices de

eficiência. Os contratos que tiveram índice de eficiência igual a 1 não apresentaram movimento radial, uma vez que já se encontram na fronteira de eficiência. Em relação aos demais contratos, os ineficientes, esses precisariam combinar as melhores práticas de forma a aumentar seu desempenho. Assim, a coluna *Proportionate Movement* (km entregues) apresenta quanto cada contrato deveria aumentar a quantidade de produto (quilômetros entregues) para alcançar a fronteira de eficiência. O Contrato 91, por exemplo, que teve índice de eficiência de 0,96, precisaria aumentar seu produto para 301,29 quilômetros entregues. Por outro lado, na coluna *Projection* (km entregues), é possível verificar o nível ótimo de produção projetado para cada contrato.

Tabela 3

Movimento radial em relação à quantidade de quilômetros entregues

<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Proportionate Movement</i> (km entregues)	<i>Projection</i> (km entregues)
Contrato 1	1	0,00	10.941,18
Contrato 13	1	0,00	29,40
Contrato 31	1	0,00	262,54
Contrato 4	1	0,00	15.392,82
Contrato 45	1	0,00	11.399,74
Contrato 5	1	0,00	6.877,30
Contrato 63	1	0,00	8.859,55
Contrato 67	1	0,00	12.251,59
Contrato 95	1	0,00	3.489,32
Contrato 97	1	0,00	631,35
Contrato 91	0,963353	301,29	8.221,46
Contrato 73	0,904284	654,98	6.842,97
Contrato 25	0,893618	201,77	1.896,62
Contrato 109	0,882	659,63	5.590,10
Contrato 69	0,867893	1926,35	14.581,67
Contrato 16	0,858031	1575,13	11.094,84
Contrato 58	0,8558	1743,12	12.088,16
Contrato 18	0,843977	2080,93	13.337,37
Contrato 75	0,840671	951,70	5.973,18
Contrato 76	0,839	884,25	5.492,23

Fonte: elaborada pelos autores.

No segundo estágio, apenas o Contrato 79 se mostrou eficiente, com um índice de 100%. Chama a atenção o fato de que esse contrato teve um índice de eficiência baixo no primeiro estágio, apenas 36%. Dos 102 contratos de georreferenciamento analisados, apenas 67 conseguiram emitir títulos de propriedade a produtores rurais na Amazônia, que é um produto final dessa modelagem, característico do segundo estágio.

É importante destacar que todas essas conclusões ainda são preliminares, pois é preciso especificar outras variáveis não inseridas neste estudo. A principal razão de muitos contratos não terem sido eficientes no segundo estágio está no fato de que nem todos tiveram como principal produto final o título entregue ao produtor rural. Muitos desses contratos priorizaram o georreferenciamento do perímetro de glebas públicas federais ou áreas a serem destinadas para outras finalidades. Por exemplo, há contratos que prestaram serviços de georreferenciamento em áreas de unidades de conservação, áreas de assentamentos, áreas urbanas etc., ou seja, contemplaram variáveis que não foram objeto de estudo desta pesquisa e certamente mudariam os índices de eficiência dos contratos no segundo estágio.

6 Considerações finais

A necessidade de orientar o serviço público para uma gestão por resultados e de excelência requer inovações nos métodos de planejamento, monitoramento e avaliação dos serviços prestados. A metodologia *DEA* foi apresentada como forma de subsidiar a Administração Pública na averiguação da eficiência dos contratos institucionais. Nesta pesquisa, foram escolhidos para análise os contratos de georreferenciamento celebrados no âmbito do Programa Terra Legal Amazônia.

Com a aplicação da metodologia *DEA*, foi possível aferir a eficiência técnica dos contratos analisados, além de classificá-los de acordo com os índices de eficiência. Esses índices mostraram que 10 contratos foram 100% eficientes no primeiro estágio, que teve como produto intermediário o total de quilômetros georreferenciados entregues à Administração Pública. No segundo estágio, que tinha como produto final o número

de títulos entregues a produtores rurais por contrato, apenas um contrato se mostrou eficiente. Por fim, nenhum dos contratos analisados conseguiu atingir a fronteira de eficiência em ambos os estágios, ou seja, nenhum alcançou eficiência total para o modelo *Network DEA*.

Analisaram-se também as folgas em relação ao tempo de execução do serviço contratado, evidenciando-se que vários contratos duraram muito mais tempo do que o necessário, mesmo em condições favoráveis em termos de insumos e com menores níveis de dificuldade de execução. O Contrato 96, com um índice de 53% de ineficiência no primeiro estágio, foi o que mais se prolongou no tempo, e sua execução poderia ter sido finalizada 570 dias antes.

Sobre a análise de *benchmark*, o Contrato 45 serviu de referência de boas práticas para outros 64 contratos; o Contrato 63, para outros 38; e o Contrato 95, para outros 32 contratos. Essa análise é relevante para a Administração Pública, já que permite traçar critérios objetivos quanto aos serviços a serem contratados. Ficam em evidência as melhores práticas que, comparadas às demais, poderão auxiliar os gestores na tomada de decisão, além de permitir o entendimento sobre os verdadeiros entraves que impediram que outros contratos também fossem eficientes.

Neste estudo foi possível avaliar a eficiência dos contratos de georreferenciamento no Programa Terra Legal, desde a entrega do produto intermediário (quilômetros entregues) no estágio 1, até o produto final (títulos emitidos) no estágio 2. Porém, são análises que ainda precisam ser aprimoradas, tendo em vista a complexidade de obter todas as informações necessárias.

O estudo considerou um modelo simplista, que inclui apenas dois estágios de produção do processo de regularização fundiária. Para outras análises, recomenda-se que sejam incluídas outras etapas do processo, como *inputs* e *outputs* da análise processual e da análise jurídica, tornando

possível identificar todos os gargalos e orientar melhor a Administração Pública para a concretização da gestão por resultados.

Sobre os autores

Otávio Moreira do Carmo Júnior é mestre em Agronegócio pela Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil; especialista em Gestão Pública pela Faculdade Fortium, Taguatinga, DF, Brasil; bacharel em Economia pela Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, Brasil; servidor público do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, Brasil. E-mail: otavio.junior@agricultura.gov.br

Carlos Rosano Peña é doutor em Economia pela Peoples' Friendship University of Russia, Moscou, Rússia; pós-doutor e mestre pela Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, Brasil; professor associado da pós-graduação em Agronegócio e Economia da UnB, Brasília, DF, Brasil. E-mail: gmcrosano@gmail.com

Como citar este artigo

(ABNT)

CARMO JÚNIOR, Otávio Moreira do; ROSANO PEÑA, Carlos. Análise envoltória de dados: eficiência dos contratos de georreferenciamento na Administração Pública. *Revista de Informação Legislativa: RIL*, Brasília, DF, v. 56, n. 223, p. 213-234, jul./set. 2019. Disponível em: http://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/56/223/ril_v56_n223_p213

(APA)

Carmo, O. M. do, Jr., & Rosano Peña, C. (2019). Análise envoltória de dados: eficiência dos contratos de georreferenciamento na Administração Pública. *Revista de Informação Legislativa: RIL*, 56(223), 213-234. Recuperado de http://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/56/223/ril_v56_n223_p213

Referências

ARZUBI, A.; BERBEL, J. Determinación de índices de eficiencia mediante DEA en explotaciones lecheras de Buenos Aires. *Investigación Agraria: producción y sanidad animales*, [s. l.], v. 17, n. 1-2, p. 103-123, 2002. Disponível em: http://www.inia.es/gcontrec/pub/arzubi_1161097578171.pdf. Acesso em: 9 jul. 2019.

AZAMBUJA, Ana Maria Volkmer de; OLIVEIRA, Maiquiel Schmidt; LIMA, Milton Luiz Paiva de. Análise de desempenho operacional em terminais de contêineres brasileiros. *The Journal of Transport Literature*, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 25-29, Oct. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jtl/v9n4/2238-1031-jtl-09-04-0025.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2019.

BANKER, Rajiv D.; CHARNES, Abraham; COOPER, William W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, [s. l.], v. 30, n. 9, p. 1.078-1.092, Sept. 1984. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>.

BANKER, Rajiv D.; DATAR, Srikant M. Sensitivity, precision, and linear aggregation of signals for performance evaluation. *Journal of Accounting Research*, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 21-39, 1989. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/76dd/4451d3d66a5b9a9a72961797c4d02b464b50.pdf?_ga=2.4409715.1361993407.1562697619-1601335502.1562697619. Acesso em: 9 jul. 2019.

BELLONI, José Angelo. *Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras*. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/78457/153160.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 9 jul. 2019.

BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. *Avaliação de políticas públicas: guia prático de análise ex post*. Brasília, DF: Casa Civil da Presidência da República, 2018a. v. 2. Disponível em: <http://www.casacivil.gov.br/central-de-conteudos/downloads/guiaexpost.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2019.

_____. *Decreto nº 5.378, de 23 de fevereiro de 2005*. Institui o Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização – GESPÚBLICA e o Comitê Gestor do Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2009a]. [Revogado]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5378.htm. Acesso em: 10 jul. 2019.

_____. *Decreto nº 7.255, de 4 de agosto de 2010*. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas do Ministério do Desenvolvimento Agrário, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2010a]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7255.htm. Acesso em: 11 jul. 2019.

_____. *Decreto nº 7.341, de 22 de outubro de 2010*. Regulamenta a Lei nº 11.952, de 25 de junho de 2009, para dispor sobre a regularização fundiária das áreas urbanas situadas em terras da União no âmbito da Amazônia Legal, definida pela Lei Complementar nº 124, de 3 de janeiro de 2007, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7341.htm. Acesso em: 10 jul. 2019.

_____. *Decreto nº 7.892, de 23 de janeiro de 2013*. Regulamenta o Sistema de Registro de Preços previsto no art. 15 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Brasília, DF: Presidência da República, [2018b]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Decreto/D7892.htm. Acesso em: 10 jul. 2019.

_____. *Decreto nº 9.094, de 17 de julho de 2017*. Regulamenta dispositivos da Lei nº 13.460, de 26 de junho de 2017, dispõe sobre a simplificação do atendimento prestado aos usuários dos serviços públicos, institui o Cadastro de Pessoas Físicas – CPF como instrumento suficiente [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2019a]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9094.htm. Acesso em: 10 jul. 2019.

_____. *Decreto nº 9.667, de 2 de janeiro de 2019*. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, remaneja cargos em comissão e funções de confiança, transforma cargos em comissão e funções de confiança e altera o Decreto nº 6.464 [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2019b]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/Decreto/D9667.htm. Acesso em: 10 jul. 2019.

_____. *Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993*. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2017]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8666cons.htm. Acesso em: 10 jul. 2019.

_____. *Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001*. Altera dispositivos das Leis nºs 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10267.htm. Acesso em: 10 jul. 2019.

_____. *Lei nº 11.952, de 25 de junho de 2009*. Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal; altera as Leis nºs 8.666, de 21 de junho de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2019c]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11952.htm. Acesso em: 10 jul. 2019.

_____. *Medida Provisória nº 458, de 10 de fevereiro de 2009*. Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal, altera as Leis nºs 8.666, de 21 de junho de 1993, 6.015, de 31 de dezembro de 1973 [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2009b]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Mpv/458.htm. Acesso em: 11 jul. 2019.

_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário. *Norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais*. 3. ed. Brasília, DF: Incra, 2013. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/media/institucional/norma%20tecnica%20para%20georreferenciamento%20de%20imoveis%20rurais%203%20edi%C3%A7%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

CARMO JÚNIOR, Otávio Moreira do. *Regularização fundiária e sua relação econômico-ambiental na Amazônia Legal: uma análise espacial*. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/32872>. Acesso em: 10 jul. 2019.

CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; LEWIN, Arie Y.; SEIFORD, Lawrence M. (ed.). *Data envelopment analysis: theory, methodology, and application*. Boston: Kluwer Academic, c1994.

CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RHODES, Edwardo. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, [s. l.], v. 2, n. 6, p. 429-444, Nov. 1978. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).

CHIAVENATO, Idalberto. *Introdução à teoria geral da administração*. 7. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier: Campus, 2003.

COELLI, Tim; PRASADA RAO, D. S.; BATTESE, George E. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Boston: Kluwer Academic Publishers, c1998.

DEBREU, Gerard. The coefficient of resource utilization. *Econometrica*, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 273-292, July 1951. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/1906814.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, [London], v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957. DOI: <https://doi.org/10.2307/2343100>.

FRASER, I.; CORDINA, D. An application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in Northern Victoria, Australia. *Agricultural Systems*, Netherlands, v. 59, n. 3, p. 267-282, Mar. 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(99\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(99)00009-8).

GOMES, Eliane Gonçalves. Uso de modelos DEA em agricultura: revisão da literatura. *Engevista*, [Rio de Janeiro], v. 10, n. 1, p. 27-51, jun. 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/657598/1/UsodemodelosDEAemagricultura.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

JEHLE, Geoffrey Alexander; RENY, Philip J. *Advanced microeconomic theory*. 2nd ed. Boston: Addison-Wesley, c2001.

KOOPMANS, Tjalling C. Efficient allocation of resources. *Econometrica*, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 455-465, Oct. 1951. Disponível em: <http://competitionandappropriation.com/wp-content/uploads/PDF/5-1870%27sMarginalRevolution/3-ModernGenEq/Koopmans-EfficientAllocationResources.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2019.

LOBO, Maria Stella de Castro; LINS, Marcos Pereira Estellita; SILVA, Angela Cristina Moreira da; FISZMAN, Roberto. Avaliação de desempenho e integração docente-assistencial nos hospitais universitários. *Revista de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 44, n. 4, p. 581-590, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v44n4/01.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de; MEZA, Lidia Angulo; GOMES, Eliane Gonçalves; BIONDI NETO, Luiz. Curso de análise envoltória de dados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado. *Anais* [...]. Gramado: SBPO, 2005. p. 2.520-2.547. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2005/pdf/arq0289.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

ROSANO PEÑA, Carlos. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). *Revista de Administração Contemporânea*, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83-106, jan./mar. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-6552008000100005>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rac/v12n1/a05v12n1.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

SARAIVA, António. *Microeconomia*. [S. l.: s. n.], 1988.

SIGEF resultados. *Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo*, Brasília, DF, dez. 2018. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/serfal/transpar%C3%Aancia>. Acesso em: 10 jul. 2019.

TONE, Kaoru; TSUTSUI, Miki. Network DEA: a slacks-based measure approach. *European Journal of Operational Research*, [s. l.], v. 197, n. 1, p. 243-252, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.027>.

VARIAN, Hal R. *Microeconomia: uma abordagem moderna*. Tradução: Elfio Ricardo Doninelli e Regina Célia Simille de Macedo. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.