

## **Analysis of technical efficiency in sweet potato production in the region of President Prudente - SP**

Reception of originals: 04/16/2019  
Release for publication: 03/26/2020

### **Daniela Capelas Centeno Nakao**

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Endereço: Av. Brasil Centro, 56, Ilha Solteira/SP – 15.385-000, Brasil  
E-mail: [danielacapelascenteno@gmail.com](mailto:danielacapelascenteno@gmail.com)

### **Omar Jorge Sabbag**

Pós-Doutor e Livre-Docente do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e  
Sócioeconomia (DFTASE)  
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP (Área: Economia e Gestão do Agronegócio)  
Endereço: Av. Brasil Centro, 56, Ilha Solteira/SP – 15.385-000, Brasil  
E-mail: [omar.sabbag@unesp.br](mailto:omar.sabbag@unesp.br)

### **Débora Pavani Silva**

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Endereço: Av. Brasil Centro, 56, Ilha Solteira/SP – 15.385-000, Brasil  
E-mail: [depavanisilva@gmail.com](mailto:depavanisilva@gmail.com)

### **Fagner Angelo da Silva e Oliveira**

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Endereço: Av. Brasil Centro, 56, Ilha Solteira/SP – 15.385-000, Brasil  
E-mail: [fagnerangeloliveira@gmail.com](mailto:fagnerangeloliveira@gmail.com)

### **Glucia Luciane Cham Menezes Cândido de Paula**

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Endereço: Av. Brasil Centro, 56, Ilha Solteira/SP – 15.385-000, Brasil  
E-mail: [glucia.paula@etec.sp.gov.br](mailto:glucia.paula@etec.sp.gov.br)

### **Pablo Forlan Vargas**

Livre-Docente do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócioeconomia (DFTASE)  
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Endereço: Av. Brasil Centro, 56, Ilha Solteira/SP – 15.385-000, Brasil  
E-mail: [pablo.vargas@unesp.br](mailto:pablo.vargas@unesp.br)

## Abstract

Sweet potatoes are a much-appreciated crop throughout the country and have several purposes, which can be used in food and feed, for the tissue, paper and cosmetics industries and for the production of biofuels. The Technical Efficiency Analysis by the *Data Envelopment Analysis* – DEA, allows to evaluate the efficiency of the sweet potato producers, to determine the most efficient through the practices adopted, serving as guidelines for the less efficient. The objective of this paper was to analyze the performance of sweet potato production units in the region of Presidente Prudente - SP, evaluating the degree of productive efficiency in relation to the contribution of each input and strategies used in the cropping systems. Methodologically, in November 2018, 12 sweet potato producers in the region of Presidente Prudente/SP were interviewed, using a questionnaire composed of open and closed questions. From the data collected, five variables were selected, four corresponding to inputs or factors of production, and one related to the product (output). With the aid of the SIAD software - version 3.0 (Integrated Decision Support System), it was possible to perform the DEA and evaluate the efficiency of the sweet potato production units. The main results show that the overall average efficiency obtained between the production units was 90%, and only two units were in the efficiency class of 71% to 80%, which have a higher operating cost and use a larger surplus of work hours to produce. The labor and area inputs are the ones that most express variability and directly influence the efficiency of some producers, making it necessary to optimize these variables. It is concluded that this multicriterial analysis technique assists in the decision-making process during the production process, and can serve as a complementary model to other forms of management assessment applied to Brazilian horticulture.

**Keywords:** DEA analysis. Productive units. Performance. Viability.

## 1. Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) pertence à família das convolvuláceas, é típica de climas tropical e subtropical, sendo cultivada principalmente na agricultura familiar. Originária da América do Sul, a batata-doce vem sendo considerada uma planta de ampla adaptação, boa resistência à seca e de fácil cultivo. É uma cultura muito apreciada em todo o país e possui diversas finalidades, podendo ser utilizada na alimentação humana e animal, para indústrias de tecido, papel e cosméticos e também para a produção de biocombustíveis (MOMENTÉ et al., 2004; MONTES et al., 2006; MELO et al., 2009). Além dessas características citadas, apresenta uma grande importância social, pois contribui para o suprimento alimentar das populações de baixa renda (LOPES; MOTA, 1997).

Os principais Estados produtores de batata no Brasil são Rio Grande do Sul (27,9%), São Paulo (19,1%) e Paraná (8,5%), juntos eles representam mais da metade da produção, atingindo 330,8 mil toneladas (55,5%) (BRASIL, 2016).

A análise de eficiência de unidades produtivas permite diferenciar entre níveis de produção eficientes e ineficientes, na medida em que compara a eficiência de múltiplas unidades de produção que fornecem produtos similares de acordo com o uso de múltiplas entradas (recursos) na produção e múltiplas saídas (produtos) (CHAVES, 2007) e tem importância tanto para fins estratégicos quanto para o planejamento e tomada de decisão, buscando melhorar o desempenho atual das unidades de produção de batata-doce.

Assim, a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) tem sido vista como metodologia capaz de oferecer resultados pertinentes para respaldar tomadas de decisão na busca por eficiência (SABBAG; COSTA, 2015). A DEA baseia-se em programação linear matemática, sendo um procedimento não paramétrico com o objetivo de avaliar comparativamente e relativamente as eficiências de unidades produtivas, também denominadas de unidades tomadoras de decisão (*Decision Making Units* - DMUs), na presença de múltiplas entradas (*inputs*) e múltiplas saídas (*outputs*) (MELLO et al., 2005).

Sher (2015), em sua pesquisa sobre “Análise de Eficiência Técnica pelo Método DEA na Agricultura do Distrito Federal”, verificou que a utilização do DEA para avaliação da eficiência dos produtores demonstrou-se útil para determinar os produtores eficientes, destacando as práticas mais eficientes adotadas por eles que podem servir como diretrizes para produtores ineficientes.

Segundo Gomes, Mangabeira e Mello (2005), a partir da pesquisa sobre “Análise de Envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso”, também verificaram que a utilização do DEA para avaliar os agricultores de Holambra/SP demonstrou-se interessante, pois permitiu determinar as diretrizes dos produtores ineficientes o alcance da eficiência quanto a redução dos recursos e aumento da produção.

Os resultados da DEA podem proporcionar melhores condições de competitividade aos produtores, principalmente quando interpretadas e usadas com os conhecimentos e julgamentos próprios sobre suas operações (ALMEIDA, 2008). A avaliação da eficiência do uso de insumos na produção é um dos mais importantes temas em gestão de qualquer negócio, pois é cada vez mais importante o combate a desperdícios num contexto de recursos escassos e alta competitividade (MACEDO; STEFFANELLO; OLIVEIRA, 2006).

Benites et al. (2005) retratam sobre empresas do agronegócio e como elas devem somar esforços visando à melhora do desempenho empresarial por meio da gestão de indicadores de desempenho, com o objetivo de manter e sustentar os níveis de

competitividade. Em relação aos produtores, pode-se seguir a mesma lógica. Estudos nessa direção podem auxiliar aos produtores rurais a utilizarem a análise de eficiência sobre seu meio de produção, o qual é conveniente para atuar em ambientes de alta competitividade e torna-se imprescindíveis para auxiliar o processo de tomada de decisão.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi analisar o desempenho de unidades de produção de batata-doce na região de Presidente Prudente - SP, avaliando o grau de eficiência produtiva frente à contribuição de cada insumo e estratégias utilizadas nos sistemas de cultivo.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Importância da batata doce**

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma planta rústica, herbácea, rastejante e apresenta coloração verde ou arroxeada (SILVA; LOPES, 1995). É uma cultura de grande importância econômico-social, favorecendo no suprimento de calorias, vitaminas e minerais à alimentação humana (MIRANDA, 2003). Tendo sua origem na América do Sul, essa espécie possui ampla adaptação e fácil cultivo.

Esse alimento ocupa o 7º lugar na cultura alimentar mundial e a 4ª posição em países tropicais (FAO, 2004). Muito consumido no Brasil, a batata-doce se posiciona entre as dez hortaliças mais cultivadas. Em 2016, foram produzidas 669,5 mil toneladas de batata doce em 47.573 ha, resultando em uma produtividade média de 14,07 t ha<sup>-1</sup> [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2016].

Considerado um alimento promitente, permite a erradicação de carências nutricionais em populações com deficiência de consumo em calorias ou nutrientes e também aquelas com aumento das necessidades, como as crianças, mulheres em idade fértil, gestantes e esportistas, devido à sua elevada composição nutricional (KEHOE et al., 2015). Mesmo a batata doce possuindo elevada composição nutricional, os estudos sobre o cultivo são escassos no Brasil. Para tanto, pesquisas e desenvolvimento integrados são destinados a melhorar a produção, o armazenamento, as tecnologias de pós colheita e de processamento, possibilitando uma melhora na qualidade da cadeia produtiva (BOVELL – BENJAMIN, 2007).

Madalozzo (2003) infere que produtores com visão da importância da gestão aplicada aos recursos produtivos obterão maiores possibilidades de obter, além de produtividade mais alta, maior rentabilidade. Desta forma, conforme Ferreira e Gomes (2004), os produtores

devem combinar os principais fatores de produção, como terra, capital e mão de obra, de forma a se tornarem tecnicamente eficientes, condição primária para ser eficiente economicamente.

No que tange à produção agrícola, o produtor prioriza pela maximização do seu lucro, a qual se dará por meio da redução de custos ou ao aumento da escala de produção, por meio da melhoria da eficiência no ciclo produtivo. Sendo assim, importa que o produtor tenha objetivos bem definidos e bem monitorados, além de contar com recursos bem orientados a realização de tais objetivos (CARVALHO, 2009).

## 2.2. Análise de eficiência

De acordo com Ogundari, Amos e Okoruwa (2012), a análise de eficiência na agricultura está associada à capacidade de uma firma (organização) alcançar seu nível máximo em produção compreendido à um conjunto de fatores ou até mesmo ao nível máximo da produção associado ao menor custo. Para tanto, Charnes; Cooper; Rhodes; (1978) elaboraram a *Data Envelopment Analysis* – DEA (Análise Envoltória de Dados), que se constitui na geração envoltória dos planos de produção observados, que são tecnicamente eficientes e seus níveis de consumo e de produção. Esta técnica permite verificar se cada unidade produtora executa de maneira adequada ou não, de acordo com os recursos utilizados e os resultados atingidos, em comparação a unidades semelhantes.

Portanto, essa eficiência, pode ser avaliada pela técnica DEA, através de uma análise multivariada não paramétrica, que por sua vez avalia a produtividade (eficiência) de Unidades Tomadoras de Decisão (DMU's), fundamentada nas melhores práticas adotadas por cada unidade. Essa técnica permite através da comparação entre DMU's, fornecer dados quantitativos sobre possíveis decisões à serem tomadas com o intuito de melhorar as unidades ineficientes (GIACOMELLO; OLIVEIRA, 2014).

O termo DMU é definido como uma organização, departamento, divisão, unidade administrativa ou até mesmo um item cuja a eficiência está sendo analisada. No entanto, as DMU's devem possuir as mesmas entradas e saídas, serem homogêneas e ainda ter autonomia nas tomadas de decisões (MACEDO; MACEDO, 2003).

Sendo assim, a DEA avalia a eficiência relativa das unidades de produção, desenvolvidas na mesma área ou tipo de atividade, diferenciando somente a quantidade de

inputs (entradas) utilizadas ou pela quantidade de outputs (saídas), permitindo definir importantes estratégias na atividade agrícola (CARVALHO; SABBAG, 2015).

Gomes, Mello e Biondi Neto (2003) inferem que a avaliação da eficiência em unidades produtivas é relevante para fins estratégicos, planejamento e processo de tomada de decisão. Essa eficiência técnica é medida através da comparação entre os valores observados e os valores ótimos de seus *inputs* e *outputs*, ou seja, dos insumos utilizados na produção e dos produtos obtidos no processo produtivo.

Desta forma, o conceito de eficiência se traduz em produzir mais com menos. É de interesse do produtor obter o maior rendimento dos recursos de que utiliza. Ainda que seja o mais eficiente, cabe buscar quais melhorias ainda podem ser realizadas ou saber como pode se superar. Esse é um ponto crucial na busca pela melhoria contínua.

Para Lins, Ângulo Meza e Antunes (2000), o conjunto de DMU's a ser avaliado deve ser homogêneo, devendo ter em comum a utilização dos mesmos inputs e outputs, realizarem as mesmas tarefas, com os mesmos objetivos, trabalhar nas mesmas condições de mercado e ter autonomia na tomada de decisões. A orientação output, proposta pelo modelo CCR (constante de escala) visa maximizar a produção, mantendo constante a utilização dos insumos no processo produtivo. Segundo Kassai (2002), por meio da programação matemática define-se uma superfície não paramétrica com o desempenho das unidades produtivas de um dado grupo observado, nas quais as DMU's que estejam sobre essa superfície são consideradas *benchmarks* para as demais unidades.

### **2.3. Indicadores de desempenho e eficiência**

Os indicadores de desempenho permitem visualizar qual o problema a ser enfrentado por uma empresa, pois a partir do levantamento de informações, custos, realização de cálculos e divulgação desses indicadores, o gestor terá uma noção da elevação dos mesmos o que facilitará as tomadas de decisões (FRANCICHINI; FRANCISCHINI, 2017).

A medição do desempenho tradicional tem como principal objetivo avaliar o uso eficiente dos recursos. Para tanto, os indicadores de desempenho mais utilizados são: produtividade, retorno sobre os investimentos, custo padrão, etc (MARTINS; NETO, 1998). Ainda de acordo com os autores, essa medição além de auxiliar no planejamento, induzir e controlar, ela também permite diagnosticar problemas. Zucatto et. al. (2009) definem que os

indicadores são utilizados para mensurar a diferença entre a situação desejada e a situação atual, resultando assim em um problema diagnosticado.

Quando se trata de eficiência, Francichini e Francischini (2017) definem que este termo é a relação entre os resultados alcançados e os recursos utilizados. Ou seja, a partir dos indicadores de desempenho, é possível mensurar a eficiência.

Desta forma, cada DMU é representada por um conjunto de  $N$  *outputs* e um conjunto  $M$  de *inputs*, com o propósito de efetuar a comparação dos *outputs* com os *inputs*. Os *outputs* podem ser, como no estudo em questão, indicadores do tipo quanto maior melhor e os *inputs* indicadores do tipo quanto menor melhor.

Rocha et al (2005) enfatizam que seria recomendável utilizar algum tipo de medida que consolidasse os resultados dos diversos vetores de desempenho organizacional em um único indicador multicriterial, como exemplo em bancos, cooperativas de crédito e produção agrícola, sendo um dos principais papéis da Análise Envoltória de Dados (DEA).

Neste sentido, Esteves e Oliveira (2015) propuseram um sistema de avaliação de desempenho que possibilitasse avaliar a eficiência da rede armazenadora para os grãos agrícolas, especialmente quanto aos seus aspectos qualitativos, sendo proposta a construção de um indicador de desempenho através do método DEA.

Sendo assim, é possível afirmar que os indicadores de desempenho são utilizados para mensurar dados referentes a produção e aos processos e ainda identificar problemas, através da avaliação do uso eficiente dos recursos.

### 3. Material e Métodos

Para a realização da pesquisa, foi escolhida a região de Presidente Prudente/SP, pois a mesma se destaca como a maior região produtora de batata doce do país (GLOBO RURAL, 2014). As etapas e procedimentos utilizados para o levantamento de dados foram divididos e relacionados conforme a sequência de operações:

- Escolha das propriedades a partir do objeto de estudo com validação amostral;
- Coleta de dados primários;
- Definição do modelo DEA adotado;
- Definição das variáveis *Input* e *Output*;
- Tabulação dos dados em *software* e posterior interpretação dos resultados.

As propriedades avaliadas são de natureza empresarial individual e arranjos cooperativos para a produção e comercialização de batata doce. Destaca-se que os sistemas de produção avaliados são comparáveis, pois utilizam o mesmo sistema de produção (convencional).

Para a coleta dos dados realizada em novembro de 2018, foi realizada uma pesquisa de campo que, de acordo com Marconi e Lakatos (2010), esse tipo de pesquisa consiste e obter informações e/ou conhecimentos de um problema existente, no qual se procura respostas ou hipóteses, com o intuito de comprovar, ou até mesmo identificar novos fenômenos ou a relação entre eles. Durante essa pesquisa, utilizou-se questionários aplicados na forma de entrevistas (GIL, 2008). Vale destacar que foi utilizado um método quali-quantitativo de pesquisa descritiva e exploratória, através de observações, anotações, análise e compilação de dados, em situações que demandam conhecimentos específicos em questão.

Segundo Vergara (2010), a entrevista é realizada através de perguntas realizadas a alguém que lhe responde oralmente, podendo ser pessoalmente ou via mídia interativa. O questionário foi composto por perguntas abertas e fechadas, o que permitiu classificá-la como uma pesquisa mista (qualitativa e quantitativa). As principais variáveis do questionário aplicado que correspondem à análise de desempenho foram: custo operacional total, área de cultivo, mão de obra, produção e curso de capacitação.

Cooper, Seiford e Zhu (2011) ressaltam que ainda não há um consenso entre a relação de DMU e o número variáveis, porém foi utilizada uma amostragem mínima estabelecida em literatura. Neste sentido, foram analisadas 12 propriedades (DMU's), que segundo Ali e Seiford (1993), afirmam que o número de DMU deve no mínimo duas vezes o número de insumos ou fatores de produção (inputs – X) e de produtos (outputs – Y); desde que o número da DMU seja maior que dois ( $X + Y$ ), ou seja, o uso de 4 variáveis *inputs* e 1 variável *output*.

Segundo Sabbag e Costa (2015), a caracterização de medida de eficiência que permite que a decisão fique orientada por um único indicador, pode ser construída a partir de diferentes abordagens de desempenho, com o intuito de facilitar o processo decisório, sem que necessite considerar vários índices, para que chegue à conclusão de desempenho de uma determinada DMU.

Convém ressaltar que para a presente pesquisa foi adotado o modelo CCR (Retorno Constante à Escala), no qual avalia a eficiência total das unidades produtoras de batata-doce, identificando as DMU's eficientes e ineficientes, assumindo a proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*.

Para o estabelecimento do modelo, foram necessárias duas matrizes de dados, uma contendo os insumos e outra relacionada com produtos. Destaca-se ainda que as variáveis usadas na modelagem DEA na área agrícola representam, na maioria dos casos, as relações clássicas de capital e trabalho (GOMES, 2008).

Neste sentido, a partir do uso da programação linear matemática para cada DMU, atingiu-se a proporção de todos os produtos relacionados aos insumos tal como,  $u'y_i/v'x_i$ , em que  $u$  é um vetor  $M \times 1$  de pesos de produtos ( $y_i$ ) e  $v$  é um vetor  $K \times 1$  de pesos dos insumos ( $x_i$ ), como segue:

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

Portanto, é possível obter valores para  $u$  e  $v$ , desde que a medida de eficiência da  $i$ -ésima DMU seja maximizada e sujeita a restrição de que todas as medidas de eficiência sejam menores ou iguais a 1. Entretanto, destaca-se que o problema relacionado a esta proporção é o número finito de soluções geradas, podendo-se evitar através da imposição a restrição  $v'x_i=1$ , recorrendo a:

$$\text{Max } u, v (\mu' y), \text{ sujeito a } v'x_i = 1, \mu'y_j - v'x_j \leq 0, j=1,2,\dots,N, \text{ em que } u, v \geq 0$$

Quando muda-se a notação de  $u$  e  $v$  para  $\mu$  e  $v'$ , atende-se a restrição imposta. Essa forma é conhecida como a forma do multiplicador do problema de programação linear. Sendo assim, é possível chegar a um modelo dual de formalização linearizada (forma envelope) com a adoção do modelo DEA-CCR, com retornos contínuo de escala, como um modelo adequado as pressuposições de que as propriedades de batatas doces não mostrem diferenças de escala significativas na utilização de recursos, como é demonstrado a seguir:

$$\text{Min } \theta (\theta, l) \text{ sujeito a: } -y_i + Yl \geq 0; \theta x_i - Xl \geq 0; \text{ e } l \geq 0.$$

$\theta$  é um escalar (score de eficiência da orientação insumo), cujo valor é a medida de eficiência da  $i$ -ésima DMU. O valor de  $\theta$  máximo será 1 (um) e representará este valor quando indicar um ponto sobre a fronteira (ou curva de eficiência), retratando uma DMU tecnicamente eficiente, de acordo com a definição de Farrell (1957); caso contrário será ineficiente. O  $\lambda$  é um vetor ( $n \times 1$ ), no qual os valores são calculados de maneira que se obtenha a solução ótima. Para uma propriedade eficiente, os valores de  $\lambda$  são iguais a zero;

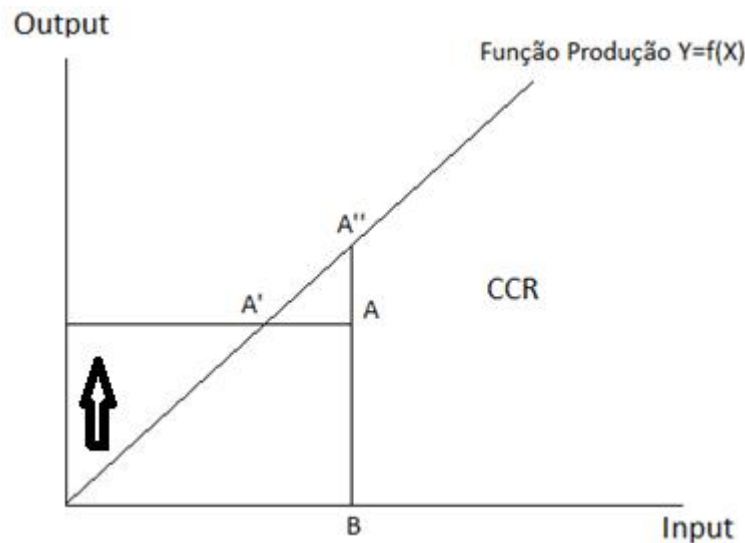
para uma propriedade ineficiente, indica os pesos das propriedades que são *benchmarks* (referências em eficiência máxima).

O modelo de retornos constantes (DEA-CCR), possibilita uma análise de eficiência mais diferente em relação às DMUs eficientes e não eficientes, levando em conta as quantidades de insumos aplicados em comparação ao valor produzido. Assim sendo, o modelo CCR adotado foi empregado para calcular o indicador de eficiência produtiva, em que uma propriedade considerada eficiente serve de referência (*benchmark*) para as demais.

Foram utilizadas cinco variáveis, sendo quatro correspondentes aos insumos ou fatores de produção ( $k=4$ ), e uma relacionada ao produto ( $m=1$ ), sendo: X1: custo operacional total – COT (em R\$, correspondente às principais operações de mão de obra e insumos, acondicionados a demais despesas e depreciação de bens de capital); X2: área de cultivo (em ha, relacionado ao fator de produção terra); X3: número de horas trabalhadas semanais (mão de obra, relacionado ao fator de produção trabalho); X4: curso de capacitação (relacionado ao fator capital) e Y1: produção (caixas/ha). De forma complementar, as informações sobre os custos foram obtidas junto aos produtores tomando-se por referência os principais bens de capital fixo da atividade. O valor do Custo Operacional Total - COT utilizado foi o valor estipulado por cada produtor referente ao módulo de um hectare.

A orientação aplicada foi dada aos *outputs*, considerando a maximização da utilização dos principais fatores determinantes, dado a utilização das variáveis inputs utilizadas nas unidades produtoras de batata doce; de outra forma, deseja-se verificar se a produção atual justifica a quantidade de insumos empregados no ciclo produtivo.

No caso de o modelo utilizado ser o CCR ou CRS (*constant return to scale*), na qual a orientação é explicada pelo fato da fronteira desse modelo apresentar uma reta com ângulo de  $45^\circ$ , assumindo a proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*, conforme Figura 1.



**Figura 1: Orientação do modelo matemático, com destaque à orientação *output*.**

Fonte: dados da pesquisa.

A partir do modelo de retornos constantes (CCR), é possível a realização de uma análise de eficiência mais restrita, permitindo mensurar a eficiência técnica das propriedades, considerando as quantidades de insumos aplicados em comparação ao valor de produção obtido.

Após a coleta de dados, estes foram tabulados em plataforma Excel© e submetidos ao auxílio do *software* SIAD – versão 3.0 (Sistema Integrado de Apoio à Decisão), desenvolvido por Ângulo Meza et al. (2005). Assim, foram identificadas as principais causas de ineficiência dos produtores, com a proposição de algumas medidas, visando a melhor eficiência no processo produtivo.

#### 4. Resultados e Discussão

As estatísticas descritivas das variáveis de análise de eficiência das unidades produtoras de batata doce são apresentadas na Tabela 1. O Custo Operacional Total - COT médio total por hectare foi de R\$5.694,00, com uma amplitude de R\$5.000,06 entre os produtores. Segundo Furlaneto; Firetti e Montes (2012), no ano de 2011 o custo operacional total da batata doce por hectare na Região de Presidente Prudente/SP foi de R\$2.898,60, ou seja, houve um acréscimo de 50,90% quando comparado ao COT médio. Este acréscimo talvez esteja relacionado com o aumento da inflação correspondente ao período.

O desvio padrão para o *input* COT justificou-se pela magnitude correspondente à produção mínima e máxima da batata doce, com média de 886,25 caixas/ha. O *input* mão de

obra exibe uma variabilidade de 64 horas semanais. Essa amplitude é justificada pela quantidade de horas semanais dedicadas por cada produtor, pois há produtor que trabalha 20 horas semanais com a cultura, bem como aquele que trabalha 84 horas. Ainda de acordo com Furlaneto; Firetti e Montes (2012), os itens que mais sobrecarregam os custos são: operações mecanizadas (42%), operações manuais (31%) e insumos (14%). Portanto, a mão de obra se destaca como um dos itens mais onerosos do COT da batata doce; e se esse for otimizado, poderá incidir no aumento da lucratividade e consequentemente eficiência.

Já para o *input* área de cultivo apresenta-se uma variabilidade de 202 hectares, quantidade essa que pode influenciar no COT, pois os produtores que possuem maiores áreas tendem a reduzir o custo, devido ao maior poder de compra de insumos. Segundo Gomes (2003), indicadores como mão de obra e área de cultivo, sendo trabalhados de maneira otimizada, apresentam redução de custos no ciclo produtivo.

Quanto à análise de solo, todas as DMU's analisadas realizam com o intuito de verificar as necessidades do solo para que assim possam obter maiores produtividades (não havendo diferenciação entre elas), portanto não se classifica como uma variável constituinte para avaliar o grau de eficiência, uma vez que todas realizam o mesmo processo desse *input* em questão.

**Tabela 1: Estatística descritiva das variáveis de unidades produtoras de batata doce, Região de Presidente Prudente/SP, 2018.**

Variáveis	Unidade	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
COT	R\$/ha	5.694,00	1.222,34	4.166,60	9.166,66
Área de cultivo	ha	152,99	69,61	40	242
Mão de obra	hs/semana	46,17	16,66	20	84
Produção	Caixas/ha	886,25	142,41	826	1.239

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 2, observa-se a distribuição dos produtores por classe de eficiência, permitindo classificá-los entre eficientes e ineficientes. Observa-se que a classe de eficiência 0,71 – 0,80 correspondem à 16,66%, os quais possuem maior COT e utilizam maior excedente de horas de trabalho para produzir. Ainda de acordo com Furlaneto; Firetti e Montes (2012), o item mão de obra (operações manuais) representam 41,47% do COT da batata doce, sendo o segundo item mais expressivo, ficando apenas atrás das operações mecanizadas. Para Gomes (2010), o item mão de obra é que mais encarece a produção, representando 76,64% do COT. Montes et. al. (2008) destacam que a cultura da batata doce

exige grande demanda de horas de trabalho, principalmente na época da colheita. Essa informação vai ao encontro das informações obtidas nesta pesquisa, pois muitos produtores afirmaram contratar mão de obra externa principalmente na hora da colheita.

Por exemplo, a produção média de uma caixa por hectare apresenta um COT de R\$7,43, enquanto as classes de eficiência 0,81 – 0,90 e 0,91-1,00 apresentam R\$6,56 e R\$5,86 respectivamente. Quanto à mão de obra, são necessárias em média 62 horas semanais, já em relação as classes de eficiência 0,81 – 0,90 e 0,91-1,00 necessitam apenas de 40,8 (34,20% menos) e 45,20 (27,41% menos) horas semanais respectivamente. Assim, observa-se que a relação produção/mão de obra na classe de maior eficiência resulta em aumento de 27,22% comparativamente a menor classe de eficiência.

**Tabela 2: Distribuição e média das variáveis por classe de eficiência de unidades produtoras de batata doce (modelo DEA-CCR I). Região de Presidente Prudente/SP, 2018.**

Classe de eficiência	%	COT (média)	Área de cultivo (média)	Mão de obra (média)	Produção caixa/ha (média)	Curso de Capacitação	
						Sim	Não
0,71 – 0,80	16,66	7.291,66	145,20	62,0	981	100%	-
0,81 – 0,90	41,66	5.416,66	195,02	40,8	826	20%	80%
0,91 – 1,00	41,66	5.333,32	114,08	45,2	908,6	60%	40%

Fonte: Dados da pesquisa.

Cabe ainda destacar que nem sempre a maior produção obtida reflete no melhor desempenho, no que tange à análise de eficiência. Por exemplo, a maior média em produção obtida, superior em 8%, refletiu nas menores classes de eficiência dentre os produtores abordados. Isto se dá em razão da necessidade de equilíbrio entre *inputs* e *outputs*, haja vista que a melhor otimização em área produtiva, bem como da mão de obra empregada refletiram na melhor eficiência observada.

A Tabela 3 resume os indicadores para uma melhor visualização da diferença de desempenho entre os produtores de batata doce e a diferença dos valores atuais e os alvos a serem atingidos pelos produtores para se tornarem eficientes. No conjunto das DMU's analisadas, o *input* área de cultivo foi um fator importante para determinar a eficiência.

Vale destacar que os alvos a serem supostamente atingidos para as unidades ineficientes em comparação aos valores atuais, refletem de forma geral, que os produtores

podem potencializar a produção, mantendo o custo operacional total estável ou reduzido, bem como em sua área de cultivo, considerado um melhor aproveitamento do fator terra.

**Tabela 3: Valores atuais e alvo das variáveis de unidades produtoras de batata doce com menor desempenho, para que se tornem eficientes, Região de Presidente Prudente/SP, 2018.**

DMU	Variáveis (inputs)	Valor atual	Folgas	Alvo	Δ%
10 (0,76)	COT	5416,66	0	5416,66	
	Área de Cultivo	97	18,99	78	0,24
	Mão de Obra	84	0	84	
12 (0,78)	COT	9.166,66	65,09	9.101,56	
	Área de Cultivo	194	0	194	0,22
	Mão de Obra	40	0	40	

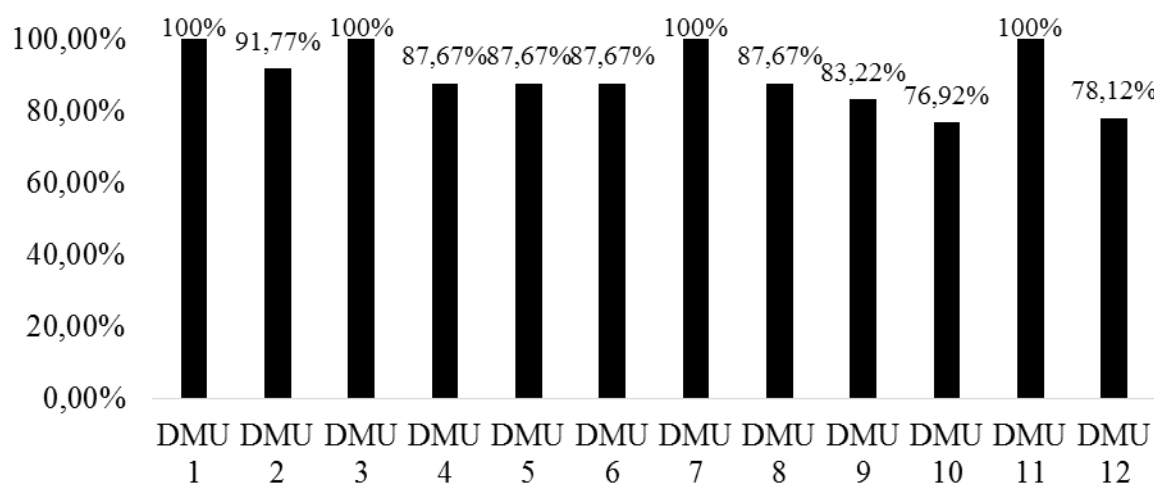
Fonte: Dados da pesquisa.

Apenas dois produtores ficaram na classe mais baixa de eficiência (0,71-0,80) utilizada neste trabalho, sendo as DMU's 10 e 12, porém o motivo deles estarem nessa classe é distinto. Como mostra a Tabela 3, o produtor 10 teve menor eficiência no uso da terra (ou seja, para atingir a máxima eficiência ele deve melhorar o uso da sua área, otimizando em 24%), o que sugere uma mão de obra pouco qualificada ou manejo incorreto no sistema produtivo. Ainda assim, a variável área de cultivo está relativamente distante do objetivo a ser atingido, considerando que a folga apresentada representa um descarte forte dos insumos, conforme aponta Surco (2004).

A análise dos alvos e folgas disponibilizada serve de suporte aos produtores em seu processo de gestão, para que possam buscar formas de adequação e alcance dos objetivos necessários em sua atividade produtiva. Constatou-se no levantamento dos questionários de que o fator mão de obra qualificada é uma das dificuldades encontradas, pois é uma cultura que demanda muita mão de obra manual, em função das práticas culturais sem utilização de processos mecanizados.

Convém ressaltar que a ocorrência de folgas representa um descarte forte dos insumos, e somando-se ao alvo, indicam o recurso produtivo que está sendo mal utilizado. Valdevino et al. (2010) inferem que o alvo de uma DMU consiste no nível de insumos que deve ser alcançado, mantendo-se inalterados os níveis de produção, para que a DMU seja considerada eficiente, dada orientação *input*; ou de outra forma, a maximização da produção obtida, mantendo-se inalteráveis os recursos utilizados na produção, conforme indicação *output*.

Os produtores 1, 3, 7 e 11 (DMU's) atingiram a máxima eficiência (Figura 2). Nas DMU's que são pares de excelência (*benchmark*), os recursos utilizados na produção são proporcionais à produção obtida, sem desperdícios. De forma geral, a eficiência média geral obtida foi de 90%. Já para as unidades ineficientes, os resultados mostraram valores divergentes entre as variáveis insumo (CARVALHO; SABBAG, 2015), conforme exposto na Tabela 3.



**Figura 2: Índices de eficiência global de unidades produtoras de batata doce, Região de Presidente Prudente/SP, 2018.**

Fonte: Dados da pesquisa.

Já na DMU 12, apontada como segunda menor eficiência obtida, a variável que diminui sua eficiência é o custo (valor alvo diverge do atual), sendo necessária uma melhor gestão dos custos (otimizar em 22% para alcançar a eficiência máxima) das atividades desenvolvidas associadas ao cultivo de batata doce. Neste sentido, o produtor em questão poderia produzir mais, dado os custos auferidos em propriedade. A administração dos custos tem papel primordial para se alcançar competitividade frente ao mercado de produtos agrícolas e atingir um alto nível de eficiência.

Os gestores agrícolas carecem de um controle de gastos e de valores referenciais quanto à receita líquida gerada por cada atividade para uma eficiente administração do empreendimento rural (MARQUESA et al., 2012). Como os produtores agrícolas são tomadores de preço dos seus produtos, eles dificilmente transferirão seu custo de produção para o preço de seus produtos; desta forma, a estimativa do custo de produção é uma ferramenta imprescindível para se alcançar um lucro maior, evitando gastos desnecessários.

Considerando a proporcionalidade existente entre os recursos utilizados para a produção final e remetendo ao conceito de eficiência global, a produção de batata-doce exige um planejamento da propriedade aliado à aplicação de estratégias na condução do cultivo, que minimizem perdas e melhorem a produtividade com redução de custos, a partir da organização de procedimentos (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2008).

## 5. Conclusões

Os *inputs* mão de obra e área são os que mais exprimem variabilidade e influenciam diretamente na eficiência de alguns produtores, tornando-se necessários a otimização destas variáveis.

A mão de obra qualificada é uma das principais dificuldades encontradas pelos produtores, pois a cultura demanda inúmeras operações em função das práticas culturais existentes.

Em síntese, esta técnica multicriterial auxilia no processo de tomada de decisão durante o processo de transformação dos insumos em matéria-prima (produto); podendo servir como modelo complementar a outras formas de avaliação da gestão aplicada à horticultura brasileira.

É importante destacar que a avaliação do desempenho produtivo utilizado no presente estudo permite uma enorme contribuição aos demais produtores de batata-doce, pois possibilita a visualização de falhas praticadas pelos ineficientes. Entretanto, cabe ressaltar que os valores referentes aos custos podem variar de acordo com as regiões e a inflação.

Como contribuição em estudos futuros, poderão ser avaliados outros fatores determinantes de ineficiência dissociados dos fatores de produção analisados, por meio da análise Tobit, de forma a expandir o horizonte de análise de desempenho.

## 6. Referências

ALI, A.I.; SEIFORD, L.M. The mathematical programming approach to efficiency analysis. In: FRIED, H.O.; LOVELL, C.A.K.; SCHIMIDT, S.S. (Org.). *The measurement of productive efficiency: techniques and application*. New York: Oxford University Press, 1993. p.120-159.

ALMEIDA, K. *Análise do desempenho contábil-financeiro no agronegócio brasileiro: aplicando DEA ao setor agroindustrial nos anos de 2006 e 2007*. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão e Estratégia, UFRRJ, Rio de Janeiro, 2008.

ÂNGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; GOMES, E.G. ISYDS – integrated system for decision support (SIAD – sistema integrado de apoio a decisão): a software package for data envelopment analysis model. *Pesquisa Operacional*, v.25, p. 493-503, 2005.

BENITES, A. T.; SPROESSER, R. L.; SAUER, L. Productivity in Food Retail Brazilian In: Congresso do Programa de Estudos dos Negócios do Sistema Agroindustrial, 6, 2005. *ANAIS DO V PENSEA*. Ribeirão Preto: PENSEA, 2005, 1 CD.

BRASIL. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais - Subsecretaria do Agronegócio. *Batata Doce*. 2016, Belo Horizonte – MG. Disponível em: <[http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/Perfil\\_batata\\_doce\\_out\\_2016\[1\].pdf](http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/Perfil_batata_doce_out_2016[1].pdf)> Acesso em: 17 dez. 2018.

BOVELL-BENJAMIN, A. C. Sweet potato: a review of its past, present, and future role in human nutrition. *Advances in Food and Nutrition Research*, v. 52, p. 1-59, 2007.

CAMARGO FILHO, W.P; CAMARGO, F.P. Planejamento da produção sustentável de hortaliças folhosas: organização das informações decisórias ao cultivo. *Informações Econômicas*, v. 38, p. 27-36, 2008.

CARVALHO, G. R. Mercado mundial de leite e produtos lácteos: visão da FAO. *Panorama do leite online* n° 22, 2009. Disponível em: <[http://www.cileite.com.br/panorama/conjuntura22\\_2.html](http://www.cileite.com.br/panorama/conjuntura22_2.html)>. Acesso em 31 Mar 2019.

CARVALHO, J. B.; SABBAG, O. J. Análise de eficiência da produção de alface no noroeste de São Paulo. *Revista Agroambiente online*, Boa Vista, v. 9, n. 2, p.152-160, 2015.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, Amsterdam, v. 2, n. 6, p.429- 444, 1978.

CHAVES, A. C. A. *Avaliação da Eficiência em DMU's Utilizando a Tecnologia DEA (Análise Envoltória de Dados)*. Estudo de Caso: Unidades de Atendimento do INSS, Agências da Previdência Social, da Gerência Executiva Fortaleza (APS\_GEXFOR). 2007. Dissertação (Mestrado Profissional em Computação Aplicada) – Universidade Estadual do Ceará, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2007.

COOPER, W.W.; SEIFORD, L.M.; ZHU, J. *Handbook on data envelopment analysis*. 2nded. New York: Springer, 2011. 498p.

ESTEVES, M. C. P; OLIVEIRA, A. L. R. *Análise da eficiência das unidades armazenadoras de grãos*: a proposição de um indicador de desempenho a partir da análise envoltória de dados (DEA). FEAGRI/UNICAMP. Disponível em: <<https://www.feagri.unicamp.br/niear/equipe-analise-da-eficiencia-das-unidades-armazenadoras-de-graos-a-proposicao-de-um-indicador-de-desempenho-a-partir-da-analise-envoltoria-de-dados-dea>> Acesso em: 24 Mar. 2020.

FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, v.120, p.253-290, 1957.

FERREIRA, A. H.; GOMES, A. P. Eficiência técnica no curto e no longo prazo em sistemas de produção de leite com gado holandês, mestiço e zebu. In: *Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*. v. 42. Brasília: SOBER, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. *Agricultural data*. Rome: FAO, 2004. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/408/DesktopDefault.aspx?PageID=408>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

FRANCISCHINI, A. S. N; FRANCISCHINI. *Indicadores de Desempenho: dos objetivos a ação – métodos para elaborar KPIs e obter resultados*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.

FURLANETO, F. P. B; FIRETTI, R; MONTES, S. M. N. M. Comercialização, custos e indicadores de rentabilidade da batata-doce. 2012. *Pesquisa & Tecnologia*, v. 9, n. 2, Jul-Dez 2012.

GIACOMELLO, C. P.; OLIVEIRA, R. L. Análise envoltória de dados (DEA): Uma proposta para avaliação de desempenho de unidades acadêmicas de uma universidade. *Revista GUAL*, Florianópolis, v. 7, n. 2, p.130-151, 2014.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6<sup>a</sup>ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLOBO RURAL. *Produção de batata-doce aumenta 50% em Presidente Prudente*. 21 de agosto de 2014. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2014/08/producao-de-batata-doce-aumenta-em-50-em-presidente-prudente.html>>. Acesso em: 06 jan. 2019.

GOMES, E.L. Uso de modelos DEA em agricultura: revisão da literatura. *Engevista*, v. 10, p. 27-51, 2008.

GOMES, F. L. *Produção e qualidade de duas variedades de Ipomoea batatas (L.) submetidas a densidades de plantio e quantidades de fósforo*. Universidade Federal da Paraíba Centro de Ciências Agrárias Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais Programa de Pós-Graduação em Agronomia Campus II – Areia – PB, 2010. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp123673.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

GOMES, E. G; MANGABEIRA, J. A. C; MELLO, J. C. C. B. S. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. *Revista Economia e Sociologia Rural*. Brasília, vol.43, n 4, 2005.

GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; BIONDI NETO, L. *Avaliação de Eficiência por Análise de Envoltória de Dados: conceitos, aplicações à agricultura e integração com sistemas de informação geográfica*. - Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. 39 p.

IBGE. 2016. *Área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura temporária*. Disponível em: <<[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2016/tabelas\\_pdf/tabela02](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2016/tabelas_pdf/tabela02)>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

KASSAI, S. *Utilização da análise por envoltória de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis*. 318 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

KEHOE, S. H.; CHOPRA, H.; SAHARIAH, S. A.; BHAT, D.; MUNSHI, R. P.; PANCHAL, F.; YOUNG, S.; BROWN, N.; TARWANDE, D.; GANDHI, M.; MARGETTS, B. M.; POTDAR, R. D.; FALL, C. H. Effects of a food-based intervention on markers of micronutrient status among Indian women of low socio-economic status. *British Journal of Nutrition*, v. 113, n. 5, p. 813-821, 2015.

LINS, M. P. E; ANGULO MEZA, L; ANTUNES, C. H. *Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à decisão*. COPPE/UFRJ, 2000. 232 p.

LOPES, E. S. A.; MOTA, D. M. *Tecnologia e renda na agricultura familiar irrigada de Sergipe*. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 1997.

MACEDO, M. A. S; MACEDO, H. D. R. Avaliação de performance financeira através da análise envoltória de dados: um estudo de caso em unidades de negócio. In: CLADEA, 38, 2003, Lima. *Anais...* Lima: CLADEA, 2003. 1 CD-ROM.

MACEDO, M. A. S.; STEFFANELLO, M.; OLIVEIRA, C. A. Eficiência combinada dos fatores de produção: aplicação de análise envoltória de dados (DEA) à produção leiteira. In: Congresso da SOBER “Questões agrárias, educação no campo e desenvolvimento”, 44., 2006, Fortaleza. *Anais [...]* . [s.i.]: SOBER, 2006. p. 1 - 20

MADALOZZO, I. A. *A utilização de recursos e capacidades na gestão de propriedades rurais em diferentes faixas de lucratividade: uma abordagem sistêmica*. 2003. 163 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARQUESA, R. C. A; WANDERB, A. E.; COSTA FILHO, B. A. Análise da rentabilidade da produção de milho, soja, sorgo e cana-de-açúcar no município de Rio Verde-GO. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, v. 1, n. 1, p. 61-75, 2012.

MARTINS, R. A; NETO, P. L. O. C. Indicadores de desempenho para a gestão pela qualidade total: uma proposta de sistematização. *Gestão e Produção*. v.5, n.3, p. 298-311, dez. 1998. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/gp/v5n3/a10v5n3.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2020.

MELO, A. S. de et al. Custo e rentabilidade na produção de batata-doce nos perímetros irrigados de Itabaiana, Sergipe. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 39, n. 2, p.119-123, jun. 2009.

MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; MIONDI NETO, L. Curso de Análise Envoltória de Dados. XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. *Anais...* Gramado (RS), de 27 a 30/09/2005.

MIRANDA, J.E.C. *Batata-doce*. EMBRAPA-CNPQ. Disponível em <<http://www.cnpq.embrapa.br/cultivares/batata-doce.htm>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

MOMENTÉ, V.V.; RODRIGUES, S.C.S.; TAVARES, I.B.; SILVEIRA, M.A.; SANTANA, W.R. Desenvolvimento de cultivares de batata-doce no estado do Tocantins, visando à produção de álcool, como fonte alternativa de energia para as condições tropicais. *Horticultura brasileira*, v.22, n.2, 2004.

MONTES, S. N. M. N; FIRETTI, R; GOLLA, A. R; TARSITANO, M. A. A. Custos e rentabilidade da batata-doce (*Ipomoea batatas l.*) na região oeste do Estado de São Paulo: estudo de caso. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 36, n. 4, p.15-23, abr. 2006.

OGUNDARI, K.; AMOS, T. T.; OKOROWA, V. O. (2012). A Review of Nigerian Agricultural Efficiency Literature, 1999–2011: What Does One Learn from Frontier Studies?. *African Development Review*, v. 24, n. 1, p. 93-106.

ROCHA, A. M. C.; CARNEIRO, J.; SILVA, J. F.; HEMAIS, C. A. Mensuração do desempenho organizacional: questões conceituais e metodológicas. In: Gutierrez, Margarida; Bertrand, Helene. (Org.). *Estudos em Negócios IV*. 1 ed. Rio de Janeiro: Mauad, 2005, v. 1, p. 58-79.

SABBAG, O. J; COSTA, S. M. A. L. Eficiência técnica da produção de tilápias em Ilha Solteira, SP: uma análise não paramétrica. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 72, n. 2, p.155-162, 2015.

SHER, P. D. *Análise de eficiência técnica pelo método DEA na agricultura do Distrito Federal*. 2015. 38 f. Monografia de conclusão de curso de Bacharel em Ciências Econômicas. Universidade de Brasília – UnB, 2015.

SILVA, J. B. C; LOPES, C. A. *Cultivo da batata doce*. 3 ed. Brasília, DF: EMBRAPA. 1995. 18p. (Instruções Técnicas CNPHortaliças-7).

SURCO, D. F. *Desenvolvimento de uma ferramenta computacional para avaliação de eficiência técnica baseada em DEA*. 129f. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia). Curitiba: UFPR, 2004.

VALDEVINO, A. A. F; MEDEIROS, J. C. L; NASCIMENTO, A. P; PESSÔA, A. P. Avaliação da eficiência dos serviços de saneamento básico no combate às endemias nos municípios do Estado do Tocantins. *Revista Informe Gepec*, v. 14, p. 166-181, 2010.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ZUCATTO, L. C; SARTOR, U. M; BEBER, S; WEBER, R. Proposição de indicadores de desempenho na gestão pública. *ConTexto*, Porto Alegre, v. 9, n. 16, 2009. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/ConTexto/article/view/11701/6909>>. Acesso em: 21 mar. 2020.