



## ANAIS

### EFICIÊNCIA TÉCNICA DE PRODUTORES FORNECEDORES DE LARANJA À AGROINDÚSTRIA EM SÃO PAULO: UM ESTUDO DE CASO

MARIA GABRIELA DE FREITAS

mg.freitas@unesp.br

UNESP

OMAR JORGE SABBAG

omar.sabbag@unesp.br

UNESP - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**RESUMO:** Esta pesquisa tem por objetivo analisar a eficiência técnica de produtores fornecedores de laranja à agroindústria no estado de São Paulo, por meio de um estudo de caso, a fim de verificar o grau de eficiência produtiva, de forma a gerar informações que contribuam efetivamente para ações que visem ganhos de eficiência e competitividade no setor. A pesquisa tem abordagem metodológica em caráter quantitativo, de natureza descritiva e exploratória, por meio do método de estudo de caso de produtores de laranja previamente selecionadas a partir da disponibilidade de dados, visando avaliar a eficiência técnica produtiva através de seis variáveis, sendo cinco correspondentes aos insumos e uma relacionada ao produto, com o auxílio do software DEAP 2.1. A viabilização da pesquisa foi possível através da devolutiva de vinte entrevistas efetuadas junto aos produtores analisados.

**PALAVRAS CHAVE:** Citricultura. Análise DEA. Desempenho. Eficiência.

**ABSTRACT:** This research aims to analyze the technical efficiency of producers of orange suppliers to the agribusiness in the state of São Paulo, through a case study, in order to verify the degree of productive efficiency, in order to generate information that contributes to actions aimed at efficiency gains and presence in the sector. The research has a methodological approach in a quantitative character, of a descriptive and exploratory nature, using the case study method of orange growers previously selected from the availability of data, to evaluate the technical productive efficiency through six variables, five corresponding to the inputs and one related to the product, with the help of DEAP 2.1 software. The feasibility of the research was made possible through the return of twenty originated next to the produced ones.

**KEY WORDS:** Citriculture. DEA analysis. Performance. Efficiency.

## ANAIS

### 1. INTRODUÇÃO

O agronegócio no Brasil é um dos setores mais importantes para o desenvolvimento econômico do país, pois além de gerar emprego e renda, representa um papel ativo no saldo positivo da balança comercial e faz com que o país seja destaque no comércio internacional. De acordo com dados do IBGE (2020), o Brasil é o quarto maior exportador mundial de produtos agropecuários do mundo e movimentou cerca de USD 96,9 bilhões, atrás apenas da União Europeia, EUA e China.

O PIB brasileiro em 2019 fechou em 7,4 trilhões de reais (IBGE, 2020). Desse total, 21,4% é a representatividade do agronegócio sobre o montante total mencionado, cabendo ressaltar ainda, que em relação a 2018, o PIB do agronegócio cresceu cerca de 3,81% em 2019 (CNA, 2019).

A citricultura é um dos setores que atualmente tem potencial para crescimento no agronegócio brasileiro. O Brasil é o maior exportador de suco concentrado de laranja e o primeiro produtor de laranja do mundo, tendo 34% da produção da laranja mundial e 76% da exportação de suco de laranja. De acordo com dados da Fundecitrus, a safra de 2019/2020 foi estimada em 388,4 milhões de caixas de 40,8 kg no cinturão citrícola pertencente ao estado de São Paulo, enquanto na Flórida foi estimada somente 74 milhões de caixas de produção, pois ainda sofre com os impactos causados pelos últimos furacões que prejudicou as áreas produtivas da mesma (FUNDECITRUS, 2019).

No contexto internacional, de acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em um levantamento realizado nas últimas cinco safras, o Brasil consolidou-se como o mais importante fornecedor desse nobre produto e 67% do suco de laranja produzido mundialmente é brasileiro (FAO, 2018).

Cabe ressaltar o imenso potencial da produção no interior de São Paulo, região geográfica escolhida para o desenvolvimento da pesquisa, que detêm 77,5% da produção nacional de laranja no Brasil. A área total colhida corresponde à 608,2 mil hectares, sendo que 391 mil hectares pertencem ao estado de São Paulo e segundo dados do IBGE (2018), entende-se que mensurar a eficiência técnica de uma amostra de propriedades do interior do estado de São Paulo é de grande importância para traçar melhores estratégias nesse segmento produtivo.

O questionamento do nível de eficiência produtiva de diversas áreas é caracterizado em geral por empresas não homogêneas, ou seja, as unidades de produção e as estruturas gerenciais acabam gerando resultados diversos entre as empresas e produtores, com isso, os desafios encontrados são cada vez mais complexos dentro de uma cadeia produtiva (PEREIRA; SILVEIRA, 2016).

Utilizando o método DEA, Ferreira e Braga (2007), citam que a ferramenta é de grande importância para construir uma análise de eficiência produtiva, tornando assim mais fácil mensurar resultados envolvidos na pesquisa e divulgar os mesmos à sociedade, a fim de contribuir com o desenvolvimento social e econômico analisado.

Diante das considerações aludidas, o questionamento que motivou a proposição desta pesquisa foi: como está o desempenho do ciclo produtivo das propriedades de laranja que fornecem fruta à agroindústria do interior de São Paulo, qual o nível de eficiência dos insumos



## ANAIS

utilizados por esses produtores, o que fazem para manter a competitividade no mercado, o maior produtor é de fato o mais eficiente?

Em razão da complexidade analítica do problema mencionado, essa pesquisa foi desenvolvida por meio da análise de dados de um dos setores mais importantes para o agronegócio nacional e com maior concentração produtiva no estado de São Paulo, com o intuito de contribuir no desenvolvimento de um modelo de análise de eficiência para produtores no interior do Estado, pois o maior produtor pode não ser o mais eficiente.

À vista do exposto, configura-se como objetivo central deste estudo avaliar a eficiência técnica de produtores fornecedores de laranja de uma agroindústria do estado de São Paulo de característica não familiar, que mantém a originalidade da pesquisa perante a outras já publicadas, com o propósito de medir o grau de eficiência produtiva, além de gerar informações para nortear o ganho de eficiência e competitividade no setor produtivo.

2

## 2. REVISÃO TEÓRICA

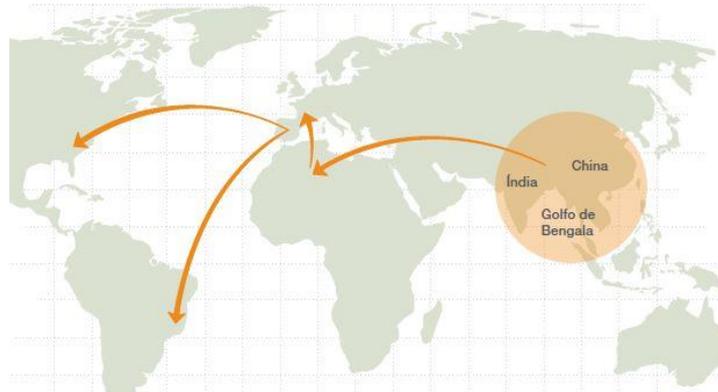
Este capítulo apresenta os escopos teóricos que suportam a proposição da pesquisa com vistas ao alcance dos objetivos mencionado no estudo. Para tanto, esta seção é dividida em três subseções: a primeira aborda brevemente a caracterização do sistema de produção de laranjas; a segunda apresenta a importância no cenário da citricultura no Brasil, bem como evidencia os históricos de produção do país. Na sequência, apresenta-se o modelo de eficiência em sistemas produtivos de produtores fornecedores de laranja à agroindústria, todos eles direcionados a gestão da utilização de insumos no processo produtivo para obter o melhor desempenho no processo envolvido através da ferramenta DEA, pautado também em discussão de trabalhos empíricos relacionados ao tema nos setores especificados.

### 2.1 Caracterização do Sistema de Produção de Laranja

Estudos realizados apontam que a laranja é originária do sul asiático, mais precisamente da China e surgiu por volta de 4.000 anos atrás (Figura 1). As guerras e a criação de comércio internacional entre as nações na idade média fizeram com que a laranja fosse levada para a Europa, posteriormente na época da colonização no século XVI teria sido transportada de Portugal para o Brasil. (NEVES, et al., 2010; PEREZ; DOS SANTOS, 2015).

No Brasil o cultivo de laranja começou no Rio de Janeiro e passou a ser considerado economicamente relevante na década de 80 no século XIX, por meio da exportação da laranja *in natura*, enquanto na década de 30 esse comércio já funcionava para os Estados Unidos, Espanha e Bélgica (BORGES; COSTA, 2005).

## ANAIS



**Figura 1** - Origem e Distribuição da Laranja no Mundo  
Fonte: O Retrato da Citricultura Brasileira (2010).

A produção de laranja está diretamente relacionada aos fatores climáticos e às doenças que podem afetar os pomares. Esse ciclo, além de impactar na produtividade, pode alterar também o preço de mercado e, conseqüentemente, em todo andamento da atividade. A indústria brasileira ganhou força no mercado de citros após as geadas que afetaram a Flórida entre 1977 e 1989, pois, causaram perdas na produção americana de laranja e consolidou-se as exportações de suco brasileiro (NEVES et al., 2010).

De acordo com Pulcine et al. (2017), Brasil, Estados Unidos, México, China e África do Sul são países nos quais a cultura de pomares cítricos tem o maior pegamento e a maior produtividade, pois tratam-se de regiões de clima tropical e subtropical, o que facilita o cultivo e manejo desse tipo de plantio.

O desenvolvimento da citricultura brasileira ganhou destaque com resultados positivos nos últimos anos, nos quais vários produtores investiram em preparação de solo para o cultivo de laranja, sendo a maior parte deles estão localizados no Estado de São Paulo. A cadeia da citricultura proporcionou progresso e riqueza para produtores rurais, indústrias e empresas de distribuição que atuam no setor (NEVES et al., 2006).

Entretanto, o cultivo de laranja envolve alguns riscos, dentre eles: financeiros, patrimoniais e meteorológicos; isso faz com que os proprietários de tais terras tenham gestão e sejam capacitados para ação rápida em tomadas de decisões que podem ser cruciais para manter a produção e a rentabilidade citada (BERLARMINO et al., 2019).

Contudo, é necessário considerar que existe uma proporção entre a produção de laranjas de produtores e os seus recursos utilizados, o que gera uma eficiência ou uma ineficiência. Para que os investimentos iniciais tenham o retorno esperado em longo prazo, é necessário que haja um bom planejamento em conjunto com boas estratégias de negócio para minimizar as perdas e melhorar a produtividade a partir do controle de indicadores.

### 2.2 A importância da citricultura no Brasil

A citricultura é um dos setores mais tradicionais no setor de agronegócio e desde meados do ano 2000, a cadeia de citros vem sendo desafiada por uma série de mudanças. A concorrência

## ANAIS

do mercado nacional e internacional motivou o setor a buscar maior eficiência com relação a necessidade de tornar os produtos mais competitivos (ZULIAN et al., 2013).

Apesar do suco de laranja ser ainda a bebida à base de frutas mais consumida no mundo, a citricultura encontra um grande desafio ligado em como manter esse consumo dentro do mercado mundial de bebidas, que cresce cada dia mais com a oferta e diversificação dos produtos (BARROS, BARROS; CYPRIANO, 2016).

O Brasil é líder na produção internacional de laranja. Conforme já mencionado anteriormente nos últimos anos, a produção mundial de laranja ficou entre 50 e 70 milhões de toneladas anuais. Segundo informações da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2018), a safra mundial em 2018/2019 foi de 54,3 milhões toneladas.

Com isso, para Salomão (2017), observando todos os setores do agronegócio brasileiro, a citricultura é um dos segmentos que mais geram empregos no país atualmente. Um levantamento feito pela CitrusBR (2020), o setor empregou em 2019 cerca de 48 mil pessoas o correspondente à 7,48% das contratações registradas no Brasil, um crescimento de 9,46% em relação ao ano anterior.

Além do forte impacto que esse setor tem sobre o agronegócio e à contribuição para o desenvolvimento do país, cabe dessa forma ressaltar a importância da necessidade de avaliar o ciclo de produção de produtores quanto à eficiência produtiva, tendo em vista que o Estado de São Paulo é o setor predominante da produção de laranja.

Contudo, o sucesso de uma produção agrícola envolvendo produtores depende do quanto eles estão dispostos a enfrentar as mudanças e acompanhar as tendências de mercado. Cada vez mais o agronegócio se torna dinâmico e exige uma maior coordenação e organização para acesso a novos mercados, caracterizando-se um cenário desafiador para os pequenos produtores de forma geral.

### 2.3 Eficiência em sistema produtivo de produtores de laranja

O estudo da análise de desempenho de unidades produtivas do agronegócio vem se tornando cada vez mais comum, por meio da utilização de métodos de análises não paramétricas, que mensuram os níveis de eficiência de acordo com as variáveis envolvidas. Os conceitos de eficiência técnica têm como foco comparar o que de fato foi produzido por cada unidade de insumo com o que poderia ser produzido da forma mais correta (FERREIRA, 2009).

A estrutura de produção citrícola paulista é caracterizada por Clemente (2010), sendo que 48% dos produtores possuem até 100 hectares de área plantada e correspondem a 17,5% da produção total, enquanto produtores com mais de 300 hectares equivalem a 17% do total de produtores e produzem cerca de 43,3% da produção paulista.

Um ponto pautado na pesquisa de Pulcine et al. (2017) é que há dúvidas se o aumento da área plantada ou o número de plantas por propriedade tem relação com uma maior ou menor eficiência produtiva. Em geral, conforme a produtividade aumenta, o custo médio de produção tende a cair, devido a um certo nível de experiência do produtor no setor, o que o faz otimizar a utilização dos insumos e tendência a uma eficiência no ciclo produtivo.

De forma específica, a literatura caracteriza pequenos, médios e grandes produtores com o uso de três variáveis: área em hectares, quantidades de árvores e volume de produção. Na

## ANAIS

citricultura segundo dados do IEA (2012), produtores pequenos possuem propriedades com até 20 mil plantas, médios entre 20 mil e 10 mil plantas e grandes produtores são os que possuem acima de 100 mil plantas.

Barros, Barros e Cypriano (2016) afirma que a citricultura contempla um universo de 11 mil produtores, que possuem um total de 35 milhões de árvores, que corresponde em média 3 mil árvores a cada produtor; sendo assim, somente 21% corresponde a oferta de tais produtores, conforme Tabela 1.

5

**Tabela 1** - Hectares x Árvores Produtivas x Número de Propriedades por Regional.

| Região   | Área em Hectares | Quantidades de Árvores Produtivas | Nº de Propriedades |
|----------|------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Norte    | 92.651           | 37.962                            | 3.149              |
| Noroeste | 48.495           | 19.053                            | 2.756              |
| Centro   | 126.849          | 47.453                            | 2.511              |
| Sul      | 88.941           | 35.364                            | 2.735              |
| Sudoeste | 73.686           | 34.288                            | 410                |

Fonte: Adaptado de Barros et al (2016).

Observa-se que a região Sudoeste é onde possui um número de propriedades relativamente pequena quando comparada às demais regiões, porém a sua produção equivale a da região Sul, na qual possui cerca de seis vezes mais propriedades que a mesma; e quando analisado, o pico de produção encontra-se na região centro com maior quantidade de áreas produtivas, na qual envolve os municípios de Matão, Duartina e Brotas, sendo uma região que conta com o auxílio dos pequenos produtores para obter tal significância.

Contudo, para mensurar a eficiência dos pequenos produtores de citros do interior do Estado de São Paulo, faz-se necessário identificar quais as melhores variáveis a serem analisadas na atividade, com o propósito de buscar o grau de eficiência e/ou ineficiência (caso haja) em que cada produtor possui.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento do presente estudo, a abordagem está ligada a um estudo de caso de caráter quantitativo, na forma descritiva e exploratória, que tornou-se a mais indicada por estar mais próxima da compreensão entre o ciclo produtivo e a análise da eficiência técnica de dados, com vistas a proporcionar um conhecimento em profundidade atrelado a literatura para o pesquisador e amplificar o saber sobre a realidade dos produtores fornecedores de laranja do estado de São Paulo.

De acordo Yin (2002), a metodologia de um estudo de caso é capaz de conduzir investigações sobre uma determinada teoria que se concentra em analisar os dados ou até minimizar os problemas de elaboração de um estudo de caso, por meio de um roteiro de como o autor deve escrever sobre o método.

Yazan (2015, p. 151) reforça em sua pesquisa que para ter uma boa elaboração de um estudo de caso, faz-se necessário seguir o seguinte processo: “compromissos epistemológicos,

## ANAIS

definição do estudo de caso e o estudo do mesmo, projeto do estudo de caso, modelo de aplicação de coleta de dados, análise dos dados coletados e validação dos dados”.

No método de pesquisa quantitativo, como o próprio nome já diz, os dados devem ser quantificados e mensurados. Esse tipo de pesquisa é mais objetivo, recorre à linguagem matemática para compreender o porquê ocorre determinada “coisa” em um processo, qual a causa, as relações entre as variáveis (FONSECA, 2002).

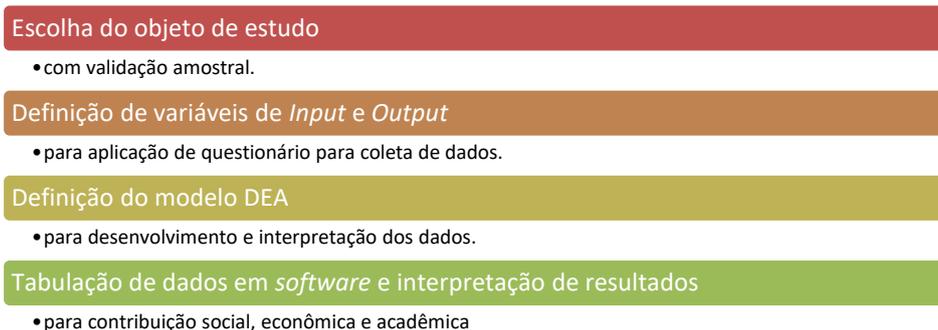
Gerhardt et al (2009) ainda afirmam que uma pesquisa quantitativa está diretamente ligada ao pensamento lógico, que enfatiza um raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos envolvidos, que são mensuráveis da experiência humana que está conduzindo a pesquisa.

Para complementar o estudo de caso quantitativo, de forma descritiva e exploratória, envolve uma descrição das atividades realizadas no processo com o intuito de descrever ao máximo o fenômeno que alinhado à linha exploratória permite que o pesquisador conheça o tema em profundidade (DOXSEY; DE RIZ, 2003).

Lima et al. (2012) mencionam em sua pesquisa que uma análise descritiva exige um planejamento rígido para definir os métodos a serem utilizados e técnicas para coletar e analisar os dados, pois a pesquisa descritiva tem como objetivo explicar a relação entre variáveis e procura determinar a natureza dessa relação, focando com precisão nas hipóteses do objeto de estudo.

Em linha com a caracterização do estudo, a forma exploratória proporciona uma maior familiaridade com o problema a ser tratado, pois envolve um levantamento bibliográfico atrelado a entrevistas com pessoas experientes no ramo a ser pesquisado.

Após o norteamento obtido por meio dos procedimentos anteriormente expostos, o presente estudo foi desenvolvido com etapas utilizadas para o levantamento de dados, conforme exposto na Figura 2.



**Figura 2** - Etapas para desenvolvimento do estudo.

Fonte: Dados da Pesquisa (2020).

### 3.1 Escolha do objeto de estudo

O cinturão citrícola é composto pelo estado de São Paulo e uma parte do Triângulo mineiro, essa região é predominantemente favorecida por possuir solo adequado com terras

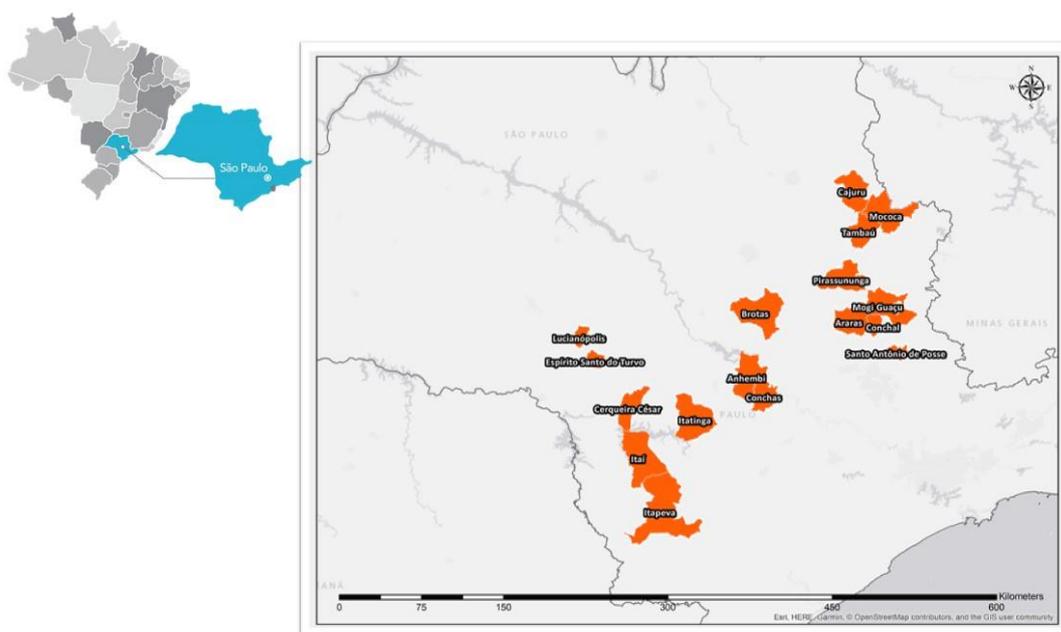
## ANAIS

férteis e clima adequado para o cultivo de laranjas, além desses fatores, ainda cabe citar a facilidade para acesso a insumos utilizados no ciclo produtivo e ser foco de várias pesquisas destinadas a melhorar a qualidade da fruta e tentar combater as doenças dos pomares. (PEREZ; DOS SANTOS, 2015; FRANCO, 2016).

Além disso, o foco da citricultura paulista tem um forte mercado consumidor para laranja *in natura* e para o direcionamento de frutas para processamento em agroindústrias. De acordo com Neves et al. (2017), há cerca de 20 indústrias espalhadas pelo estado de São Paulo que absorvem a maior parte dessa fruta para produção de suco.

A população do presente estudo é constituída de produtores fornecedores de laranja à agroindústria do estado de São Paulo, pertencentes a uma carteira de fornecedores cadastrados sob uma gestão específica que conta com um universo total de 40 propriedades; desse total, foram selecionados de maneira aleatória 20 fornecedores para desenvolvimento e aplicabilidade da metodologia utilizada na presente pesquisa. Cabe destacar que todas as propriedades não comercializam frutas *in natura*, são propriedades exclusivas para fornecimento de fruta para agroindústria, o que permite que elas sejam avaliadas, pois possuem o mesmo processo de sistema de produção e o que torna uma diferencial diante de estudos já publicados nesse setor.

As propriedades analisadas se encontram nos municípios de: Anhembi (1), Araras (1), Brotas (2), Cajuru (1), Cerqueira César (1), Conchal (2), Conchas (1), Espírito Santo do Turno (1), Itaipava (1), Itatinga (1), Lucianópolis (1), Mococa (2), Mogi-Guaçu (1), Pirassununga (1), Santo Antônio da Posse (1), Tambaú (1), conforme demonstrado na Figura 3.



**Figura 3** - Localização dos municípios em São Paulo dos produtores analisados.

Fonte: autoria própria.

## ANAIS

### 3.2 Definição de Variáveis de *Input* e *Output*

De acordo com Hoffmann (2016), é muito importante conhecer os efeitos que as variáveis exercem ou parecem exercer uma sobre as outras, pois mesmo que não exista uma relação visual, essas variáveis podem ser relacionadas através de uma expressão matemática, que de forma geral, ajuda a identificar e estimar um valor quando expostas sob determinadas condições.

A base inicial para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada por meio da observação e coleta de dados das seguintes variáveis:

Inputs:

i) Área de produção em hectares;

Segundo informações (IBGE, 2018), a área de produção no ano Safra 18/19 plantada ou destinada a colheita de laranja foi de mais de 595 mil hectares sendo que desse total, aproximadamente 418 mil estão Sudeste do Brasil e 376 mil estão localizados no estado de São Paulo. Desta forma, tal exposto qualifica a área de produção como uma variável fundamental na composição das análises.

ii) Número de plantas por hectares;

Por definição, de acordo com dados da Fundecitrus (2019) a área tem como padrão o hectare que corresponde a 10.000 m<sup>2</sup> e o número de plantas dessa respectiva área é em torno 1.000; com isso, um levantamento de dados com base em plantas de laranja realizado em 2019 com análise de 5.882 propriedades mostrou que 77,6% possuem menos de 20 mil plantas (4.565 propriedades) e 6,1% desse total possui acima de 100 mil plantas (362 propriedades).

iii) Quantidade de funcionários da propriedade;

Os produtores fornecedores de laranja costumam otimizar recursos; com isso, suas opções para uma boa mão de obra qualificada fica um pouco escassa, ou seja, isso pode impactar diretamente no seu processo produtivo. Por este motivo, faz-se necessário avaliar a quantidade de funcionário de cada propriedade que será analisada. Carrer (2015) cita que a mão de obra pode ser um fator determinante da eficiência técnica de propriedades rurais, pois funcionários que participam de qualificações tendem a produzir mais do que aqueles que não estão qualificados.

iv) Gastos com plantio e manutenção;

Uma planta de laranja tem em média 20 anos de vida útil, sua produção começa por volta de 24 meses após o plantio, por isso o cultivo de pomares deve ser devidamente planejado tendo em vista a avaliação do uso da terra para efetuar as devidas manutenções, tendo como foco a sustentabilidade da cultura (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

v) Valor da terra (propriedade)

O valor venal de cada propriedade foi estimado com base em consulta no site do Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2020), de acordo com o tamanho da propriedade e a cidade que a mesma se encontra; trata-se de uma variável com impacto significativo para entender o desenvolvimento da eficiência técnica e o valor agregado em cada imóvel.

Output:

vi) Produção na safra 2018/2019;

## ANAIS

Os indicadores principais para medir e demonstrar a evolução da cultura de uma propriedade rural e a sua importância para o setor foram: área colhida (hectares), produção (em toneladas por hectare), e a produtividade (em quilogramas por hectare) (GUERREIRO NETO, 2019). Tal exposto permite que os dados produzidos sejam de extrema importância para evidenciar os pontos de eficiência e ineficiência de cada propriedade.

Para coletar as informações para o desenvolvimento da pesquisa, construindo uma divisão entre a eficiência e a identificação dos fatores determinante das eficiências, elaborou-se um questionário com 11 questões, no qual foi aplicado via Google Forms para os produtores fornecedores de laranja. Antes da aplicação desse questionário, foi realizada uma ligação para explicação da pesquisa e a importância da contribuição de cada um deles.

### 3.3 Definição do modelo DEA

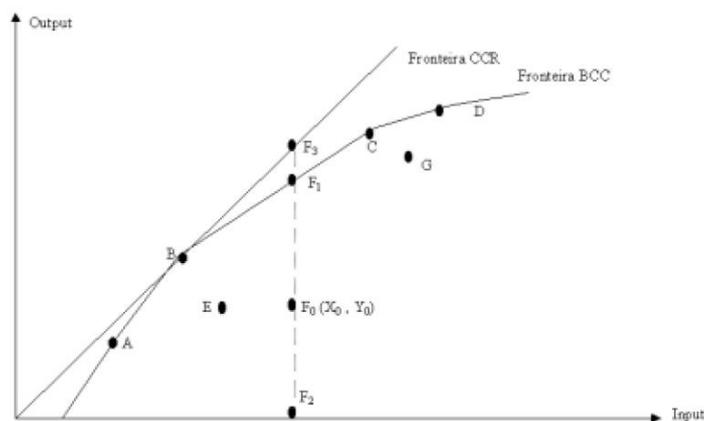
A técnica DEA permite nesse contexto avaliar e direcionar qual é a melhor maneira para produtores desenvolver seu processo produtivo e qual o melhor cenário para transformar insumos em produtos, dando assim, mais força ao desenvolvimento de produções locais.

De acordo com Gomes e Mangabeira (2004), na técnica DEA existem diversos *inputs* de dados de produção, como capital e trabalho; e *outputs*, como o resultado da produção que está em análise para obter o resultado de eficiência das DMU's que são basicamente as unidades analisadas que podem interferir no processo de tomada de decisão.

A ferramenta de análise técnica de eficiência (DEA) se baseia em dois modelos, CCR que é conhecida também por CRS (*Constant Returns to Scale*), que tem como objetivo avaliar a proporcionalidade ente *inputs* e *output*, além de medir a eficiência total e mensurar DMU's eficientes ou não. Já o modelo BCC, que é também conhecido como VRS (*Variable Returns to Scale*), avalia a variável de escala constante, ou seja, há uma relação linear entre *inputs* e *outputs*, sendo um adicional ou uma redução de "entrada" que resulte em um incremento ou diminuição das "saídas", no qual permite distinguir se as DMU's são eficientes ou não (SABBAG, 2015).

A Figura 4 apresenta uma curva de eficiência, que é utilizada para análise de eficiência nos modelos CCR e BCC.

## ANAIS



**Figura 4** - Eficiência nos modelos CCR e BCC.  
Fonte: Adaptado de Banker (1984).

Ali e Seiford (1993) predizem que para bons resultados nas análises, de forma a validar a técnica DEA, é necessário que o número de unidades tenha duas vezes o número de insumos *inputs* –  $X$  e produtos *outputs* –  $Y$ , ou seja,  $2(X + Y)$ . Portanto, as variáveis do sistema produtivo de pequenos produtores de citros analisados serão definidas pelo pesquisador, em função lógica dos dados que se procura obter, de forma que a amostragem se mostra amplamente suficiente para aplicação do método.

Na presente pesquisa, por meio do uso da programação linear matemática, para cada DMU obtém-se a proporção de todos os produtos em relação a todos os insumos, tal como,  $\frac{u'yi}{v'xi}$ , onde  $u$  é um vetor  $M \times 1$  de pesos de produtos ( $yi$ ) e  $v$  é um vetor  $K \times 1$  de pesos dos insumos ( $xi$ ). Para estimar os pesos ótimos especifica-se o problema de programação linear como:

$$\text{Max } \frac{u'yi}{v'xi}, \text{ sujeito a}$$

$$\frac{u'yj}{v'xi} \leq 1, j = 1, 2, \dots, N, \text{ em que } u, v \geq 0 \text{ e } v'xi > 0$$

Isto envolve obter valores para  $u$  e  $v$ , tais que, a medida de eficiência da  $i$ -ésima DMU seja maximizada, sujeita à restrição de que todas as medidas de eficiência sejam menores ou iguais a 1. Um problema com este tipo particular de proporção é que ele tem um número infinito de soluções. Para evitar isto, pode-se impor a restrição  $v'xi = 1$ , que recorre a:

$$\text{Max } u, v (\mu'y), \text{ sujeito a } v'xi = 1,$$

$$\mu'yj - v'xj \leq 0, j = 1, 2, \dots, N, \text{ em que } u, v \geq 0$$

sendo que a mudança de notação de  $u$  e  $v$  para  $\mu$  e  $v$  reflete a transformação. Esta forma é conhecida como a forma do multiplicador do problema de programação linear. Desta forma, pode-se chegar a um modelo dual da formulação linearizada (forma envelope) da seguinte forma, para o modelo CCR:

## ANAIS

$$\min_{\theta, \lambda} \theta$$

sujeito a:

$$\begin{aligned} -y_i + Y\lambda &\geq 0; \\ \theta x_i - X\lambda &\geq 0; \text{ e } \lambda \geq 0. \end{aligned}$$

sendo que  $\theta$  é um escalar (score de eficiência da orientação insumo), cujo valor é a medida de eficiência da  $i$ -ésima DMU. Se for igual a um, a DMU será eficiente; caso contrário, ineficiente. O  $\lambda$  é um vetor ( $n \times 1$ ), cujos valores são calculados de maneira que se obtenha a solução ótima. Para um citricultor eficiente, os valores são iguais a zero; para um ineficiente, indica os pesos dos citricultores que são *benchmarks* (GOMES, 1999).

Adicionalmente, o modelo chamado de BCC (Retornos Variáveis à Escala), representado abaixo, no qual se inclui uma restrição no modelo CCR (Retorno Constante à Escala). É importante apresentar o modelo BCC junto com o modelo CCR para que se determine a eficiência de escala.

$$\min_{\theta, \lambda} \theta$$

sujeito a:

$$\begin{aligned} -y_i + Y\lambda &\geq 0; \\ \theta x_i - X\lambda &\geq 0; \\ N_1' \lambda &= 1; \text{ e } \lambda \geq 0. \end{aligned}$$

sendo que  $N_1$  é um vetor ( $n \times 1$ ) de números uns, e que as demais variáveis já foram definidas anteriormente.

No modelo CCR o produto é possível obter a eficiência técnica sobre os retornos constantes à escala, também medida pela produtividade global ou eficiência produtiva e do modelo BCC o produto extrai-se a medida de eficiência técnica sobre o pressuposto de retornos variáveis à escala (FERREIRA e BRAGA, 2007).

Sabbag (2015) afirma que para um produtor ser eficiente, o mesmo tem que produzir mais, porém utilizando uma quantidade menor de insumos no seu processo produtivo.

### 3.4 Tabulação de dados em software e interpretação de resultados

O presente estudo avaliou primeiramente o processo de gestão utilizado por produtores fornecedores de citros à uma agroindústria do estado de São Paulo. Dentro dessa temática, foi analisado um conjunto de variáveis a fim de mensurar a eficiência desses produtores, tendo em vista que a Análise Envoltória de Dados (DEA) permitiu esclarecer os *gaps* no processo produtivo e nortear os produtores, a fim de proporcionar um aumento de competitividade entre os mesmos. Neste sentido, por meio da observação direta, foram aplicados questionários com questões adaptadas ao objeto de investigação (MARCONI; LAKATOS, 2003), junto aos citricultores, constituídos por uma série ordenada de perguntas.

## ANAIS

Após a resposta dos questionários de cada propriedade via Google Forms, os dados foram tabulados no Microsoft Excel e a base foi importada para utilização do *software* DEAP 2.1, que além da escala global e escala de eficiência (*inputs* e *outputs*), este permite identificar também se as DMU's analisadas são IRS (crescente de escala) e DRS (decrecente de escala), resultando assim no percentual de eficiência de cada propriedade.

Contudo, cabe ressaltar a importância acadêmica de analisar as variáveis de produtividade e o impacto causado na sociedade tem grande importância na cadeia da citricultura, pois a mesma é responsável por grande parte da economia do país, conforme Neves et al. (2017), que é o principal autor quando o assunto refere-se ao estudo e análise da citricultura nacional e internacional.

12

### 4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

#### 4.1. Resultados

Conforme Tabela 2, os resultados mostram que para o tamanho de área tem-se uma mediana de 105 hectares produtivos variando entre 24 e 1.783 hectares, bem como uma amplitude de 119 colaboradores entre as unidades, inferindo que as maiores áreas estão aliadas a um maior número de pessoas se associam a maiores produtividades, com amplitude de produção de 1.759 hectares produtivos entre os fornecedores analisados.

**Tabela 2** - Estatística descritiva das variáveis de estudo, estado de São Paulo, 2018/19.

| Variáveis             | Unidade  | Média     | Mediana   | Desvio Padrão | Mínimo  | Máximo     |
|-----------------------|----------|-----------|-----------|---------------|---------|------------|
| Área de Produção      | Hectares | 258       | 105       | 405           | 24      | 1.783      |
| Nº de plantas         | Hectares | 190.352   | 74.808    | 329.608       | 14.769  | 1.485.833  |
| Nº pessoas            | Número   | 16        | 5         | 29            | 1       | 120        |
| Valor da Terra        | R\$      | 6.324.170 | 2.464.930 | 9.029.644     | 624.468 | 32.188.324 |
| Gastos Plantio e Man. | R\$      | 6.583.000 | 1.900.000 | 11.584.724    | 105.000 | 40.000.000 |

Fonte: dados da pesquisa.

Segundo Sabbag (2015), o modelo CCR que é conhecido também por CRS (*Constant Returns to Scale*) consegue avaliar de forma objetiva a proporcionalidade entre os *inputs* e *output* e identificar a eficiência global e as ineficiências.

Desta forma, na Tabela 3 é possível inferir que os produtores fornecedores de laranja no Estado de São Paulo necessitam reduzir em média 30,2% a utilização intensiva das variáveis *input*, a fim de potencializar a produção, para o modelo CCR (constante escala). Neste contexto, 30% das unidades obtiveram 100% de eficiência, sendo *benchmarks* (unidades referenciais) para as demais, bem como 45% das unidades obtiveram níveis de eficiência superiores a 80%.

Pela avaliação do modelo BCC (variável de escala), na teoria da convexidade à curva de fronteira, este apresentou as variações expostas, portanto faz-se necessário aumentar a escala produtiva média em 14,4%, para que as unidades atinjam a escala ótima de produção.

## ANAIS

**Tabela 3** - Principais parâmetros estatísticos dos escores de eficiência técnica com retornos constantes, estado de São Paulo, 2018/19.

| Estatísticas descritivas     | Eficiência técnica |        | Eficiência de escala |
|------------------------------|--------------------|--------|----------------------|
|                              | CCR                | BCC    |                      |
| Mínimo                       | 0,226              | 0,231  | 0,352                |
| Máximo                       | 1                  | 1      | 1                    |
| Média                        | 0,698              | 0,823  | 0,849                |
| Desvio Padrão                | 0,273              | 0,227  | 0,21                 |
| Coefficiente de Variação (%) | 39,10%             | 27,60% | 24,70%               |

Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com Oliveira (2012), os níveis de eficiência variam entre 0 e 1; quanto mais próximo de 1 for o resultado, mais eficiente é a DMU, pressupondo que na escala eficiente enquadram-se produtores de alto nível de gestão com seus processos produtivos (Tabela 4).

Para utilização de *benchmarks* dessa pesquisa, seguiu-se com a verificação de análise da minimização de insumos. Cabe destacar que as DMU's mais eficientes (propriedades de citros) são as que utilizaram menos recursos no processo produtivo, atingindo assim altos níveis de eficiência.

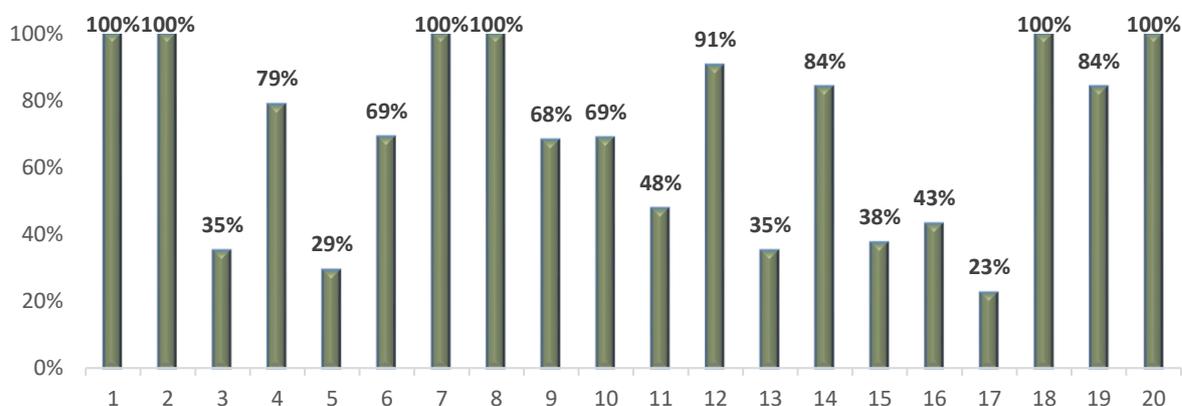
**Tabela 4** - Níveis de eficiência.

| Classificação    | Valor da Eficiência |
|------------------|---------------------|
| Eficiente        | 1,0000              |
| Alta eficiência  | 0,8001 – 0,9999     |
| Média eficiência | 0,5001 – 0,8000     |
| Baixa eficiência | 0,0000 – 0,5000     |

Fonte: Oliveira (2012).

A Figura 5 apresenta os níveis de eficiência alcançados pelas 20 propriedades analisadas, inferindo-se que os produtores 1, 2, 7, 8, 18 e 20 atingiram a máxima eficiência e podem ser considerados como DMU's de excelência para *benchmark*, pois seus recursos utilizados no ciclo produtivo são proporcionais à produção obtida, ou seja, não há desperdícios. A média geral de eficiência foi de 69,8%, envolvendo também os produtores fornecedores de laranja menos produtivos.

## ANAIS



**Figura 5** - Índices de eficiência global de produtores fornecedores de laranja, estado de São Paulo, 2018/19.  
Fonte: Dados da pesquisa.

Já as DMU 5 e DMU 17 foram as menos eficientes do conjunto amostral analisado (com níveis de eficiência de 29,4% e 22,6% respectivamente), sendo necessário elaborar uma melhor gestão da utilização de insumos (otimização do uso), considerando manter a produção constante e melhorando os custos envolvidos nesse processo. Mensurar a eficiência do uso de insumos no processo produtivo é o ponto chave para a gestão de qualquer negócio e possuir esse cuidado é indispensável, pois ajuda a controlar os desperdícios em um cenário com alta competitividade e recursos escassos (MACEDO et al., 2007).

### 4.2 Discussão dos resultados

Nos resultados dessa pesquisa, fica notória a importância da citricultura no Brasil e mais especificamente no estado de São Paulo, onde tem o maior o maior volume de produção desse setor. A média geral de eficiência analisada através da ferramenta DEA foi de 69,8% e isso faz com que seja necessário que alguns produtores busquem adotar novas práticas de gestão e de utilização de insumos em suas propriedades para aumentar ainda mais a sua rentabilidade de maneira sustentável, contratar um serviço de software para uma melhor organização da utilização de insumos e controle de custos também é importante para o desempenho da propriedade.

A maioria dos gestores agrícolas não possuem o conhecimento necessário para fazer gestão dos gastos e receitas das atividades, sendo que a estimativa de custo do ciclo produtivo é indispensável para se obter mais lucro e evitar gastos desnecessários (MARQUESA et al., 2012).

Amaro (2014) expõe que a qualificação dos produtores é fundamental para o processo de desenvolvimento dos mesmos, além de permitir que as oportunidades sejam aproveitadas de maneira correta; nesse sentido, o apoio de cooperativas e órgãos ligados diretamente à

## ANAIS

citricultura nacional pode contribuir com as informações e orientações relevantes, possibilitando que o pequeno produtor tenha seu próprio espaço no mercado.

É fato que, para estudos futuros, faz-se necessário avaliar diretamente as variáveis que impactam no ciclo produtivo, a fim de caracterizá-las para buscar alternativas sustentáveis de desenvolvimento, buscando sempre uma melhoria no processo envolvido.

Contudo, avaliando-se de maneira macro, os conceitos de gestão e custos caracterizam que a gestão envolve desde o adensamento dos pomares até o controle e monitoramento dos custos e dos estoques, devendo envolver também o uso de tecnologia desde que tenha recursos financeiros para tal, pois isso impacta diretamente no processo produtivo e no desempenho do produtor.

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho avaliou a eficiência técnica dos produtores fornecedores de laranja, identificou-se por meio de literatura quais as variáveis influenciaram no desenvolvimento do processo produtivo eficiente e ineficiente.

A amostra contemplou 20 produtores fornecedores de laranja do interior do estado de São Paulo, das quais 6 atingiram 100% de eficiência no seu processo de produção e serão utilizados como benchmarking para os demais produtores. Além disso, a 45% dos produtores estão com eficiência técnica acima de 80%, o que indica que pequenos ajustes poderão elevar o nível atual de eficiência dos mesmos.

Cabe ressaltar que a análise DEA utilizada no estudo tem como foco diagnosticar alternativas corporativas de forma sustentável, sendo que medir as eficiências e compará-las tem como objetivo expor para as DMU's que não conseguiram alcançar o nível de excelência e buscar orientá-las da melhor maneira possível como alcançar a eficiência desejada.

Com base nas análises, foi possível proporcionar aos produtores uma orientação, na qual consiste em criar um painel de gestão à vista para ser alimentado diariamente, a fim de construir um indicador semanal de utilização de insumos, além de buscar no mercado empresas que auxiliam pequenos produtores com softwares acessíveis para uma melhor gestão e controle de custos de produção com *know how* no ramo no agronegócio para um obter um melhor resultado do seu ciclo produtivo, tais como: qual a melhor maneira de otimizar os recursos disponíveis e qual a melhor forma de utilização de insumos para que não haja desperdícios e aumente a sua produtividade, pois esses pontos são fundamentais e impactam diretamente para uma melhor tomada de decisão além de propor possíveis soluções para *gaps* encontrados, buscando sempre melhorar os pontos de ineficiências encontrados nas análises.

Como forma de contribuição para futuros estudos, sugere-se explorar o tema e verificar quais variáveis dependentes poderão ser analisadas como fatores determinantes de ineficiência associados aos ciclos de produção por meio do método de Regressão Linear Múltipla, com o propósito de caracterizar e proporcionar mais detalhes da análise de desempenho do ciclo de produção de uma propriedade de cultivo de laranja.

## ANAIS

### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AMARO, A. A. (2014). **Produção de laranja: agronegócio em perigo**.

BANKER, R. D. (1984). Estimating most productive scale size using data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 17, p. 35-44.

BARROS, J. R., BARROS, A. L., CYPRIANO, M. P. (2016). **O mercado da citricultura no Brasil e suas novas perspectivas**. Acesso em 22 de Abril de 2020, disponível em [http://www.citrusbr.com/download/biblioteca/CitrusBR\\_Livro\\_Concecitrus\\_2016.pdf](http://www.citrusbr.com/download/biblioteca/CitrusBR_Livro_Concecitrus_2016.pdf)

BELARMINO, L., GARCIA, E., PASBSDORF, M., & OLIVEIRA, I. d. (2019). Análises econômicas dos sistemas de produção de laranja convencional, orgânico e agroflorestal no Sul do Brasil. **Custos e Agronegócios online**, 15(Especial).

BORGES, A. C., COSTA, V. M. (2005). Evolução do agronegócio citrícola paulista e o perfil da intervenção do Estado. **Brasileira Multidisciplinar**, 9(2), 101-124.

CARRER, M. J. (2015). **Determinantes da eficiência técnica e econômica da citricultura em propriedades rurais do Estado de São Paulo**. UFSCAR. São Carlos, p. 254.

CITRUSBR. (2020). **A fruta**. Acesso em 20 de Dezembro de 2020, disponível em <http://www.citrusbr.com/laranjaesuco/?ins=20>

CLEMENTE, F. (2010). **Viabilidade de implantação de contratos futuros de suco de laranja concentrado congelado no Brasil**. IMPRENSA Universitária.

CNA. (2019). **Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil**. Acesso em 05 de Dezembro de 2020. Disponível em <https://www.cnabrazil.org.br/publicacoes/>

DOXSEY; DE RIZ, J. (2003). **Metodologia da pesquisa científica**. ESAB – Escola Superior Aberta do Brasil.

FAO. (2018). Food and Agriculture of the United Nations. **Statistical Databases**. Acesso em 10 de Abril de 2020, disponível em <http://faostat.fao.org/faostat>.

FERREIRA, J. M. (2009). Gestão do agronegócio cooperativo. **Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão do UNIPAM**, 6, 163-172.

## ANAIS

FERREIRA, M. A.; BRAGA, M. J. (2007). Eficiência técnica e de escala de cooperativas e sociedade de capital na indústria de laticínios do Brasil. **Economia Aplicada**, 2(61), 231-244.

FONSECA, J. J. (2002). **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC.

FRANCO, A. S. M. (2016). O suco de laranja brasileiro no mercado global. **Análise Conjuntural**, Curitiba, v. 38, p. 11-12.

FUNDECITRUS. (2019). **Fundo de Defesa da Citricultura**. Acesso em 20 de Dezembro de 2020, disponível em <https://www.fundecitrus.com.br/pes/estimativa>

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (2009). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e SEAD/UFRGS.

GOMES, A. P. **Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão de obra e capital**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p. 161. 1999.

GOMES, E. G.; MANGABEIRA, J. A. C. Uso de Análise Envoltória de Dados em Agricultura: o caso de Holambra. **Engevista**, v. 6, p. 19-27, 2004. ISSN 1.

GUERREIRO NETO, G. **Perfil e tendências da cultura da laranja dentro do cinurão citrícola (São Paulo e Triângulo Mineiro) para o citricultor**. UNESP. Jaboticabal, p. 157. 2019.

HOFFMANN, R. **Análise de regressão: Uma introdução à econometria**, 2016. Disponível em: <<http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/48616/REGRESS.pdf?sequence=5>>. Acesso em: 20 Setembro 2020.

IBGE. (2018). **Instituto brasileiro de Geografia e Estatística**. Acesso em 04 de Novembro de 2019, disponível em Produção Agrícola nacional e regional. 2018

IBGE. (2020). **Instituto brasileiro de Geografia e Estatística**. Acesso em 30 de Novembro de 2020, disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>

IEA. (2012). **Instituto de Economia Agrícola**. Acesso em 27 de Dezembro de 2020, disponível em Citricultura: alterações nos pomares em 2012.

IEA (2020). **Instituto de Economia Agrícola**. Acesso em: 30 Novembro 2020.

LIMA, J. P., ANTUNES, M. T., MENDONÇA NETO, O. R.; PELEIAS, I. R. (2012). Estudos de Caso e sua Aplicação: Proposta de um Esquema Teórico para Pesquisas no Campo da Contabilidade. **Revista de Contabilidade e Organizações**, 6(14), 127-144.



## ANAIS

MACEDO, M. A., STEFFANELLO, M., & OLIVEIRA, C. A. (2007). Eficiência combinada dos fatores de produção: aplicação de Análise Envoltória de Dados (DEA) à produção leiteira. *Custos e Agronegócios on line*, 3(2), 59-86.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARQUESA, R. C., WANDERB, A. E., & COSTA FILHO, B. A. (2012). 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**, 1, 61-75.

MATTOS JUNIOR, D. et al.(2005). **Citros**: principais informações e recomendações de cultivo. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/imagem\\_informacoestecnologicas/43.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/43.pdf)>. Acesso em: 26 Dezembro 2020.

NEVES, M. F., JANK, M. S., LOPES, F. F., & TROMBIN, V. G. (2006). **Ações para aumentar competitividade da cadeia de laranja do Brasil**. 27(2), 213-229.

NEVES, M. F., TROMBIN, V. G., MILAN, P., LOPES, F. F., CRESSONI, F., & KALAKI, R. (2010). **O retrato da citricultura brasileira**. Acesso em 22 de janeiro de 2020, disponível em Markestrat:[http://www.citrusbr.com/download/Retrato\\_Citricultura\\_Brasileira\\_MarcosFava.pdf](http://www.citrusbr.com/download/Retrato_Citricultura_Brasileira_MarcosFava.pdf)

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G (2017). **Anuário da citricultura 2017**. CitrusBR. São Paulo.

OLIVEIRA, R. D. (2012). **Análise da sustentabilidade do Assentamento Rural Eldorado II no município de Sidrolândia, MS**. Universidade Anhanguera.

PEREIRA, N. C., & SILVEIRA, J. M. (2016). **Análise exploratória produtiva das usinas de cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil**. 54(1), 147-166.

PEREZ, O. C., & DOS SANTOS, V. H. (2015). Exportação de suco de laranja brasileiro. **Revista de Administração da UNIFATEA**, 9(9), 101-109.

PULCINE, P. R., SIMÃO, A. C., & MANOLESCU, F. M. (2017). **Análise do mercado da laranja**. Acesso em 20 de Dezembro de 2020, disponível em <http://biblioteca.univap.br/dados/INIC/cd/inic/IC6%20anais/IC6-31.PDF>

SABBAG, O. J. (2015). Eficiência para sistemas produtivos locais: aplicação da análise envoltória de dados. **Revista FSA**, 12(6), 75-87.

SALOMÃO, R. (2017). **Agro geral pouco mais de 7 mil empregos em julho**. Acesso em 22 de março de 2019, disponível em <http://revistagloborural.globo.com/>



## ANAIS

YAZAN, B. (2015). **Three approaches to case study methods in education:** Yin, Merriam, and Stake. *The Qualitative Report*, 134–152.

YIN, R. K. (2002). **Case study research:** design and methods. Thousand Oaks: SAGE Publications.

ZULIAN, A., DORR, A. C., & ALMEIDA, S. C. (2013). Citricultura e agronegócio cooperativo no Brasil. **Revista REGET**, 11(11), 2290-2306.