



## COOPERATIVISMO E EFICIÊNCIA NA FRUTICULTURA IRRIGADA NO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO

## COOPERATIVISM AND EFFICIENCY IN IRRIGATED FRUIT PRODUCTION IN THE SÃO FRANCISCO SUBMEDIATE

Chinara Mendes Schinaider<sup>1</sup>, Izabella Maria da S. Viana<sup>2</sup>, Adriano Provezano Gomes<sup>3</sup>, João Ricardo Ferreira de Lima<sup>4</sup>

**Grupo de Trabalho: Agricultura familiar, cooperativismo e empreendedorismo**

### Resumo

O trabalho teve como objetivo a análise de eficiência dos fruticultores do Submédio do São Francisco vinculados ou não a cooperativas durante o ano de 2014. Assim, foi utilizado o método não paramétrico DEA para análise dos dados coletados junto a estes produtores. Os resultados gerados mostram que os fruticultores não associados a atividades cooperativas apresentam maiores níveis de eficiência máxima em relação àqueles que estão associados. Contudo, em média, os produtores vinculados a cooperativas se situam em intervalos de eficiência superior a 0,7 e 0,8, enquanto os produtores não cooperados estão concentrados em intervalos menores. É importante ressaltar que o grupo dos Cooperados apresenta um nível de receita total superior a dos produtores não associados às atividades cooperativas. É percebido que há diferença significativa entre os grupos de produtores, pois participar ou não de atividades cooperativas afeta a eficiência calculada.

**Palavras-chave:** Fruticultura irrigada; fronteiras de eficiência; atividades cooperativas

### Abstract

The objective of this work was to analyze the efficiency of the agriculturist in the São Francisco Submediate, linked or not linked to cooperatives during the year 2014. Thus, the non parametric method DEA was used to analyze the data collected from these producers. The results show that agriculturist not associated with cooperative activities have higher levels of maximum efficiency in relation to those that are associated. However, on average, cooperative producers are in efficiency ranges of more than 0.7 and 0.8, while non cooperative producers are concentrated at smaller intervals. It is important to note that the Cooperated group has a higher level of income than producers not associated with cooperative activities. It is perceived that there is significant difference between the groups of producers, because to participate or not of cooperative activities affects the calculated efficiency.

**Key words:** Irrigated fruit growing; efficiency frontiers; cooperative activities

---

<sup>1</sup> Mestranda em Economia (Desenvolvimento Econômico e Políticas Públicas) - Universidade Federal de Viçosa/MG. c1320schinaider@gmail.com

<sup>2</sup> Mestranda em Economia (Desenvolvimento Econômico e Políticas Públicas) - Universidade Federal de Viçosa/MG. izabellam29@gmail.com

<sup>3</sup> Professor Titular do Departamento de Economia da Universidade Federal de Viçosa/MG. apgomes@ufv.br

<sup>4</sup> D.Sc. em Economia Aplicada/Pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. joao.ricardo@embrapa.br

## **1. INTRODUÇÃO**

A fruticultura é uma área de destaque do agronegócio brasileiro. O país ocupa o terceiro lugar no *ranking* mundial na produção de frutas, ficando atrás apenas da China e da Índia (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA, 2017).

Segundo o Anuário Brasileiro da Fruticultura (2017), a atividade ligada a fruticultura é responsável por aproximadamente 40 milhões de toneladas anuais e cerca de 2,5 milhões de hectares em área plantada. Ademais, promove o desenvolvimento sustentado de algumas regiões do Nordeste, principalmente nos perímetros irrigados do semiárido, como é o caso do Vale do São Francisco que é o centro frutífero mais importante do Brasil, especialmente na produção de manga e uva. De acordo com a CODEVASF (2016) o centro mais desenvolvido em agricultura irrigada é o Vale do São Francisco.

Por muitos anos, a produção de alimentos no semiárido do Nordeste passou por problemas causados pela restrição hídrica que afeta a região. Com a modernização do processo de produção promovido pela irrigação, o Vale do São Francisco passou a ser reconhecido na prática da fruticultura irrigada, com destaque para o polo Petrolina-PE/Juazeiro-BA. A fruticultura irrigada tem se destacado como uma atividade eficiente, resultando em alimentos que atendem as expectativas dos consumidores, com um sistema de produção fundamentado em tecnologias mais modernas tornando a atividade competitiva (SILVA *et al.*, 2004).

Neste cenário de transformação, o cooperativismo agrícola é inserido. Iniciado no Sul do Brasil, este tipo de organização foi difundida pelo país em conjunto com as chamadas *grandes culturas*. Segundo Duarte e Wehrmann (2004), dados sinalizam o crescimento da fronteira agrícola e a dinâmica dos produtos com forte potencial e possibilidades de inserção no mercado internacional.

O cooperativismo no Nordeste também refletiu, ao longo de sua história, as profundas desigualdades estruturais da região, de forma especial as desigualdades socioeconômicas, políticas e fundiárias, tornaram-se um importante instrumento de dominação e de fortalecimento do poder e influência da classe dominante local (Rios, 1979; Mc Intyre, 1997; Pires, 1999; Silva, 2000).

O objetivo desse artigo é, portanto, analisar a eficiência dos produtores de frutas do Vale do São Francisco, no ano de 2014, quando associados a cooperativas. Será feita uma contextualização da literatura relativa ao tema, juntamente com análises quantitativas de variáveis relevantes para compreender os determinantes da eficiência dos fruticultores da região. Adicionalmente, será utilizado o método de Análise Envoltória de Dados (DEA) a fim de construir a fronteira de produção para cada produtor, bem como a metodologia que analisa os fatores de eficiência.

O presente trabalho, além da introdução, será composto por cinco seções: na seção 1, será abordado a importância do estudo. Na seção 2, será feito um referencial bibliográfico sobre a influência de atividades cooperativas na produção. Na seção 3, será apresentada a metodologia a ser utilizada para demonstrar a eficiência dos produtores, assim como investigar os determinantes que causam a ineficiência dos mesmos. Na seção 4, serão apresentados os resultados da análise; e finalmente, a seção 5, realizará uma síntese que concluirá este trabalho.

## **2. INFLUÊNCIA DAS COOPERATIVAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO**



Durante o ano de 1844 na cidade de Rochdale-Manchester, localizada no interior da Inglaterra, surgiu o primeiro protótipo de cooperativa moderna, onde foram definidos sete princípios do cooperativismo que são utilizados mundialmente desde então: 1) adesão voluntária e livre; 2) gestão democrática; 3) participação econômica dos membros; 4) autonomia e independência; 5) educação, formação e informação; 6) intercooperação; 7) interesse pela comunidade (OCB, 2018).

O cooperativismo agrícola no Brasil foi inserido durante a década de 1960, quando ganhou a primeira instituição que o representava, a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB), com registro legal em 1970. A Organização mesmo sendo detentora de autonomia, possuía algumas restrições que só foram rompidas após a promulgação da Constituição de 1988, quando recebeu plenos poderes sem a interferência governamental.

A organização cooperativa busca o desenvolvimento econômico e tem como objetivo a geração e distribuição de renda, ao contrário de empresas individuais que buscam o lucro dos mercados. Contudo, para que estas metas sejam alcançadas, faz-se necessário que estas funções sociais sejam executadas de modo economicamente eficiente (BIALOSKORSKI NETO, 2006)

Segundo dados da OCB (2018), o cooperativismo gera cerca de 250 milhões de empregos, distribuídos entre 100 países. Um bilhão de pessoas são agregadas a cooperativas, onde 1 a cada 7 pessoas são associadas a pelo menos uma cooperativa. São contabilizadas em torno de 2,6 milhões de cooperativas no mundo.

O ingresso de produtores rurais em uma cooperativa é importante no sentido de que é possível uma ultrapassagem das barreiras impostas pelo mercado, assim como a obtenção de insumos e comercialização de produtos. A organização coletiva auxilia no processo de exclusão de interceptadores, agregação ao valor do produto, bem como o seu beneficiamento. É eficaz também na redução de custos quando equipamentos e insumos são adquiridos em larga escala e há contração nos custos unitários.

A agregação de valores é obtida por meio das condições que a cooperativa tem de não ser apenas uma empresa mercantil, que recebe e repassa matérias primas e de se transformar em empresa agroindustrial, que recebe matérias primas e as transforma em produtos industrializados. Com as compras e vendas em comum, o crescimento econômico é sustentado pela lógica do mercado segundo a qual se comprando em grandes quantidades obtém-se preço menor e vendendo-se em grandes quantidades obtém-se preço maior para o produto. (SERRA, 2013, p. 13).

Para que haja o pleno funcionamento, é necessário que a educação cooperativa seja consolidada, pois desta maneira a participação ativa dos cooperados é reafirmada quando decisões precisarem ser tomadas em referência à organização (BIALOSKORSKI NETO, 2006). É possível ressaltar também que uma gestão especializada é importante para que a eficiência econômica seja atingida, a fim de gerar renda para a população.

De acordo com Schallenberger (2003) o cooperativismo é melhor definido a partir de uma doutrina econômica, cujo foco é sustentar a associação livre e autônoma de pessoas, cujos interesses são comuns, com característica solidária para atingir suas necessidades e do coletivo.

No Brasil, as organizações cooperativas agropecuárias são responsáveis por quase 50% do PIB agrícola, abrangendo mais de 1 milhão de pessoas. Quando são observados todos

os ramos de cooperativismos, o agropecuário conta com 1.597 instituições e 180,1 mil produtores cooperados. Cerca de 48% de toda produção agrária conta com participação de cooperativa (IBGE, 2018).

As cooperativas rurais apoiam os agricultores de forma que o armazenamento é compartilhado, especialmente na fruticultura, visto que o tempo de prateleira é reduzido, devido a perecibilidade do alimento. Auxilia também no controle de qualidade e serviço de *marketing*. O setor demonstra ano após ano os amplos resultados positivos alcançados, firmando-se como um sistema sólido e contributivo ao crescimento econômico e desenvolvimento mundial (ALTMAN, 2015).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS- DEA

O método não paramétrico DEA (*Data Envelopment Analysis*) otimiza as unidades produtivas, conhecidas como DMUs (*Decision Making Units*), com o objetivo de avaliar uma fronteira eficiente, de maneira linear, a qual é composta por unidades que obtêm as melhores práticas dentro da amostra analisada. Entende-se por unidade produtora qualquer método que transforme insumos em produtos.

Com o objetivo de estimar a eficiência dessas unidades produtivas, utiliza-se o método DEA, o qual tem por definição o ótimo de Pareto, que tem como definição que nenhuma produção pode ser aumentada a menos que seus insumos sejam aumentados ou tenham produção diminuída em relação a outro produto. Assim, a eficiência é analisada entre as unidades. Charnes *et al.* (1978) propõem o método DEA para a observação de diferentes unidades, de acordo com a eficiência relativa.

O método DEA pode ser analisado de duas maneiras tradicionais: de acordo com Cooper *et. al* (2007). O modelo CCR (*constant returns to scale*), utiliza retornos constantes de escala, que faz a troca do axioma de proporcionalidade (*inputs e outputs*) pelo de máxima convexidade; o modelo BCC (*variable returns to scale*) desenvolvido por Banker *et al.* (1984), determina a convexidade da fronteira, quando consente a convexidade da fronteira, e concede às DMUs operações com baixos valores de insumos que obtenham retornos crescentes. Permite também aquelas que operam com altos valores de insumos tenham retornos decrescentes.

A Equação 1 apresenta o modelo DEA CCR dos multiplicadores e envelope (dual) com orientação insumo.

$$\begin{aligned} & \text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta, \\ \text{Sujeito a: } & -y_i + Y\lambda \geq 0; \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0 \quad \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Onde  $\theta$  é um escalar e assume valor da medida de eficiência da  $i$ -ésima DMU. De acordo com o valor  $\theta$ , ele pode ser igual a um, indicando eficiência da DMU, caso assumo valor menor

que um, será considerada ineficiente;  $\lambda$  é um vetor ( $n \times 1$ ), com os valores calculados, é obtido a solução ótima. Quando a DMU é eficiente, todos os valores de  $\lambda$  serão zero.

### 3.2. TESTE NÃO PARAMÉTRICO DE FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA

Os modelos CCR e BCC permitem a consecução das medidas de eficiência quando todas as DMUs estão na mesma fronteira. Contudo, na existência de dois ou mais grupos de DMUs, tem a possibilidade de haver mais de uma fronteira de eficiência, assim como é demonstrado na Figura 1. Assim, quando todas as unidades são analisadas simultaneamente, a isoquanta eficiente é representada pela parte verde localizada na parte de cima, seguida pela linha tracejada e parte azul abaixo. Na possibilidade dos dois grupos de DMUs fazerem parte de grupos diferentes, têm-se visão de duas fronteiras. Desta maneira, as DMUs verdes (ineficientes) serão projetadas para a isoquanta verde, bem como as azuis (ineficientes) serão projetadas para a isoquanta azul.

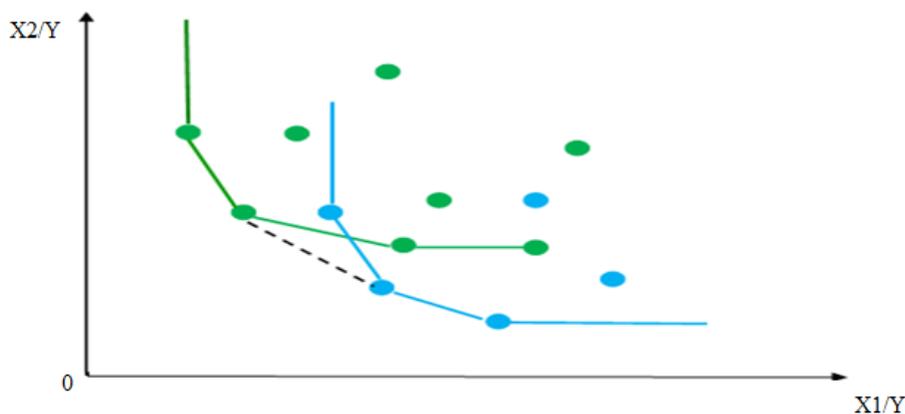


Figura 1: Demonstração de fronteiras de eficiência

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a verificação da fronteira de eficiência, são analisados os produtores que são associados a cooperativas ou não. Busca-se com isso averiguar se fazem parte de uma mesma fronteira de eficiência, ou se cada produtor gera a sua fronteira individual. Para validar estas fronteiras de eficiência dos fruticultores, separados por associações ou independentes, foi realizado o teste não paramétrico U de Mann-Whitney.

Este teste foi desenvolvido por Wilcoxon em 1945 e posteriormente aperfeiçoado por H.B. Mann e D.R. Whitney, quando a técnica foi generalizada para amostras de tamanhos diversos. Assim, ele é indicado quando pretende-se fazer uma comparação entre dois grupos que não são pareados para apurar se pertencem ou não a mesma população (BANKER, ZHENG e NATARAJAN, 2010).

O teste U de Mann-Whitney examina a igualdade das medianas. Os valores de U computam o grau de entrelaçamento dos dados entre ambos os grupos após a disposição. Quando a separação apresentada torna-se maior (de acordo com o p-valor), é constatado que as amostras são diferentes, rejeitando  $H_0$  (igualdade das medianas). Este teste torna-se

vantajoso pois as hipóteses de normalidade e homogeneidade das variâncias se tornam desnecessárias.

De acordo com Siegel e Castellan Jr. (2006), a estatística U é calculada como segue abaixo:

- 1- É construído um conjunto Z, inserindo todos os dados observados (amostra A e B);
- 2- Este conjunto Z é ordenado de maneira crescente;
- 3- Ordena-se cada elemento do conjunto formado;
- 4- As amostras A e B são separadas pela segunda vez;
- 5- O valor obtido de U é resultante do somatório da ordenação da amostra.

O baixo valor de U é um forte indicativo da diferença entre as populações, visto que o valor de U é resultado do somatório de ordens.

Por fim, foi utilizado o teste t para avaliar a igualdade de médias em amostras independentes. Em 1960, Levene propôs um teste estatístico robusto, onde testa igualdade entre variâncias em estudos balanceados e desbalanceados. Dessa forma, os resultados são obtidos quando se considera variâncias com fator único, visto que as populações são os níveis. Cada observação (*i*) é substituída pelo desvio absoluto da variável, quando comparada à média do seu próprio grupo. Assim, a amostra caracteriza um conjunto de *n* variáveis aleatórias e identicamente distribuídas (*iid*), com media  $\mu_i$  e variância  $\sigma_i^2$ , quando se testa as dadas hipóteses:

$$H_0: \sigma_1^2 = \dots = \sigma_k^2, i = 1, \dots, k \quad (2)$$

$$H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2, \text{ para algum } i \neq j, j = 1, \dots, k$$

A partir do teste foi possível verificar se há diferenças estatísticas significativas entre as médias dos produtores que participam ou não de atividades cooperativas.

#### **4. FONTE DE DADOS**

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos por meio de pesquisa primária, realizada junto aos produtores do Vale do São Francisco que utilizam a fruticultura irrigada. Esta pesquisa tornou-se viável devido a parceria do Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGECON) da Universidade Federal de Pernambuco (Campus Acadêmico do Agreste, em Caruaru/PE) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Semiárido, em Petrolina-PE. Este levantamento foi realizado em 85 propriedades, distribuídas em 11 núcleos compreendidos no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho (PISNC) que é dividido em dois projetos: Nilo Coelho e Maria Tereza. As principais frutas cultivadas no polo, de acordo com os produtores, são: banana, coco, manga, maracujá, caju, goiaba e uva.

Para o cálculo da eficiência, foram utilizados como DMUs os produtores do Submédio do São Francisco (Petrolina-PE/Juazeiro-BA), que produzem frutas com o auxílio da irrigação. Em relação ao *output*, utilizou-se a receita total das empresas no ano de 2014. Como *inputs*, foram utilizados os custos com mão-de-obra, custos com energia e água e valor total com custos com insumos agrícolas nas atividades de irrigação.

Foi feita também a comparação entre a participação dos produtores em atividades cooperativas nos anos de 2010 e 2014, buscando encontrar relações entre a eficiência e o tamanho da propriedade, idade do produtor, escolaridade, tipos de irrigações utilizadas, estoque de capital, dentre outros. Sendo assim, após essa análise, busca-se a definição dos possíveis determinantes dessa eficiência.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Caracterização dos fruticultores da amostra

Antes de calcular as medidas de eficiência, os produtores foram agrupados segundo sua participação em atividades cooperativas no ano 2014, a fim de obter uma análise das características dos produtores de frutas. De acordo com os dados obtidos, as principais formas de cooperação foram: compra de insumos e equipamentos, bem como a venda conjunta de produtos.

Os produtores foram separados em dois grupos: o primeiro, denominado “Cooperados”, composto por 54 produtores; e o segundo denominado “Não Cooperados”, composto por 31 produtores.

A Tabela 1 descreve o nível médio dos insumos dos produtores separado em Cooperados e Não Cooperados, bem como a receita de ambos. É possível observar que a receita total dos produtores que participaram de atividades cooperativas é muito superior ao do grupo de Não Cooperados.

Tabela 1 – Produto e insumos dos fruticultores (Valores em R\$ mil)

Especificação	Cooperados	Não Cooperados	Média Geral
Receita	390481,82	144680,00	303728,24
Custos com mão de obra	141258,60	35636,80	103980,32
Custos energia e água	30961,55	20658,00	27325,00
Custos com insumos agrícolas	229578,56	32893,00	160160,13

Fonte: Resultados da pesquisa.

Em relação aos insumos, o gasto médio do grupo dos Cooperados é superior, quando comparados ao grupo dos produtores que não participaram de atividades cooperativas. Entretanto, o fato de possuir um gasto mais elevado não significa ineficiência, uma vez que possuem um nível de produção maior, tornando-as assim mais produtivas. Ou seja, o grupo dos fruticultores que participam de cooperativas utiliza de forma adequada os insumos, gerando ganhos superiores. Neste caso, pode-se dizer que a produtividade dos fatores é maior no grupo dos Cooperados, pois os fatores de produção são usados em maior escala, entretanto produzem proporcionalmente mais.

A Tabela 2 apresenta a caracterização dos fruticultores no que tange à idade e escolaridade e estoque de capital. A faixa etária, em sua maioria, se concentra acima dos 50

anos. Quando são analisados os grupos separadamente, permanece a idade média dos produtores em torno dos 52 anos em ambos os grupos. De maneira geral, a escolaridade dos produtores não ultrapassa os 8 anos de estudo, entretanto, em valores médios, esse patamar cai para menos de 4 anos. Ou seja, quem os possui, equivale-se até o ensino fundamental. Quando especificamente analisados nos grupos definidos, essa realidade do analfabetismo é confirmada.

Tabela 2– Descrição dos produtores segundo idade, escolaridade e estoque de capital

Especificação	Cooperados	Não Cooperados	Média Geral
Idade	52,8	52,63	52,74
Escolaridade	3,93	3,4	3,74
Estoque de Capital	448681,27	97835,73	324853,44

Fonte: Resultados da pesquisa.

O estoque de capital médio dos produtores que participam de atividades cooperativas foi de R\$448.681,27 no ano de 2014, período da análise. Nota-se que os produtores que não exercem tal atividade, apresentam um estoque de capital menor e abaixo da média geral de R\$324.853,44 (valor anual).

A relação entre os fruticultores entrevistados que participaram ou não de atividades cooperativas no período, e a área total da propriedade é apresentada na Tabela 3. De acordo com o Distrito de Irrigação Nilo Coelho (DINC, 2015), levando em consideração o tamanho da área da propriedade/empresa, a classificação é feita em: pequeno produtor (até 7 ha), pequena/média (acima de 7 a 50 ha) e grande empresa (acima de 50 ha).

A fruticultura no polo Petrolina-PE/Juazeiro-BA é predominantemente composta por pequenas/médias empresas e exploração em base familiar, assim como apresentado na Tabela 3. De acordo com os resultados, no grupo dos Cooperados, aproximadamente 56,36% da amostra é constituída de pequenos produtores; as propriedades com 7 a 50 ha representam 41,81% dos cooperados na análise, e apenas duas propriedades são caracterizadas como grande empresa.

No grupo 2, o percentual de proprietários com característica de pequenos produtores é superior ao grupo dos Cooperados, 10%, e da média geral, aproximadamente 8%. Na classificação de pequena/média empresa o grupo em questão apresenta um percentual menor, em torno de 33,33%. Quanto as propriedades com mais de 50 hectares, não há representação. Sendo assim, a média geral para essa classificação fica abaixo dos 3%.

Tabela 3 – Valores médios do tamanho das propriedades separados em grupos segundo a participação em atividades cooperativas (Valores em %)

Hectares (ha)	Cooperados	Não Cooperados	Média Geral
Até7	56,36	66,66	58,82

Acima de 7 até 50	41,81	33,33	38,82
Acima de 50	3,63	0	2,35

Fonte: Resultados da pesquisa.

A caracterização dos proprietários quanto ao tipo de irrigação utilizada na produção de frutas pode ser observada na Figura 2. Os sistemas de irrigação utilizados nas propriedades, de acordo com a necessidade de melhorar o desenvolvimento da produção, foram por aspersão convencional, sulco, gotejamento, aspersão por *pivot* central, micro aspersão ou difusor. Foi observado que em algumas propriedades foi utilizado mais de um sistema de irrigação.

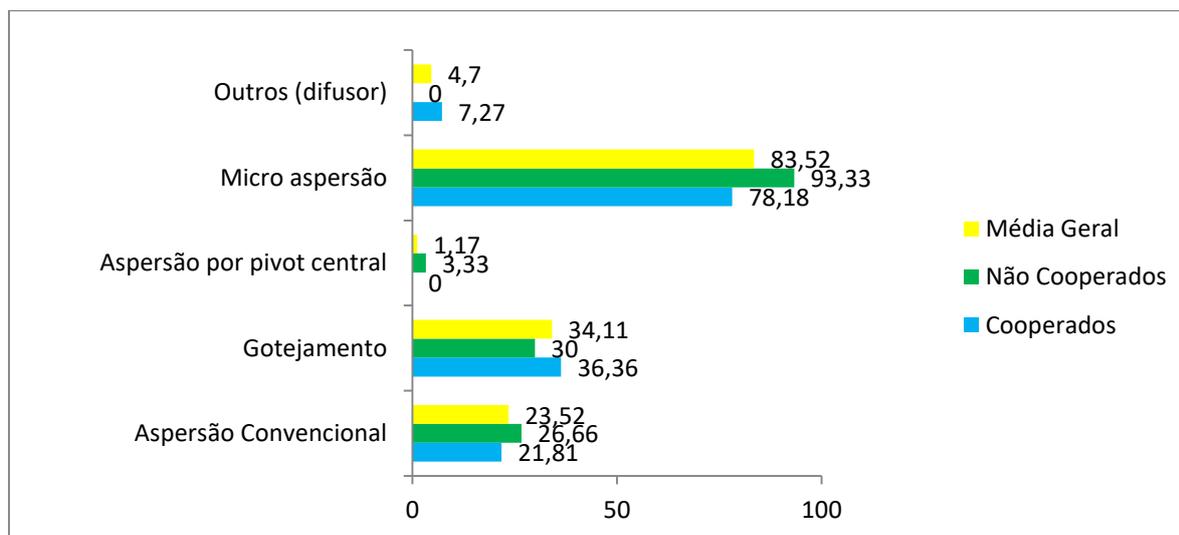


Figura 2 - Valores médios de tipos de irrigação utilizados pelos produtores separados em grupos segundo a participação em atividades cooperativas (Valores em %).

Fonte: Resultados da pesquisa.

Dos tipos de irrigação, a aspersão convencional é a mais utilizada por pequenos produtores, entretanto, a micro aspersão ganha destaque em ambos os grupos e representa, em média, 94% do sistema de irrigação no grupo dos Não Cooperados. Em seguida, o sistema de gotejamento compreende 36,36% no grupo dos Cooperados, sendo mais da metade utilizada pelas grandes empresas. Quanto a aspersão por *pivot* central, apenas o grupo 2 utiliza essa técnica, 3,33%, e na média geral, apenas 1,17% da amostra. O sistema de difusor está presente no grupo dos produtores que participam de atividades cooperativas, 7,27%, e não é utilizada pelos proprietários não cooperados.

De acordo com os fruticultores, os sistemas de aspersão convencional e aspersão por *pivot* central estão sendo substituídos por apresentarem pouca eficiência e custos mais elevados na operacionalização. A micro aspersão e o gotejamento vêm, ao longo dos anos, substituindo os demais tipos de irrigação e, apesar de serem mais caros, consomem menos energia e água e possuem uma manutenção mais favorável.

## 5.2. Medidas de eficiência na produção de frutas

Após a tipificação dos produtores, utilizou-se o modelo DEA com retornos constantes à escala, com o intuito de se obter a medida de eficiência técnica para cada produtor considerado na amostra. Posteriormente, a apreciação de retornos constantes à escala foi desconsiderada, adicionando-se uma restrição de convexidade, a qual permitiu a obtenção das medidas de eficiência segundo retornos variáveis. Após obtenção destas duas medidas, foi calculada a eficiência de escala. O mesmo foi feito após distribuir as 85 DMUs em dois grupos: “Cooperados” e “Não Cooperados”.

Os resultados alcançados na distribuição das frequências relativas dos produtores em classes de eficiência técnica e de escala, com orientação insumo, podem ser observados na Figura 3. Segundo retornos constantes à escala, percebe-se que, dos 85 produtores, apenas 6 deles, cerca de 7,06%, atingiram máxima eficiência técnica, ou seja, alocam seus recursos de maneira eficiente. Com relação ao nível médio de eficiência técnica, foi atingindo 0,4732. A maior participação relativa na amostra, 16 produtores, apresentou escore de eficiência entre 0,3 e 0,4.

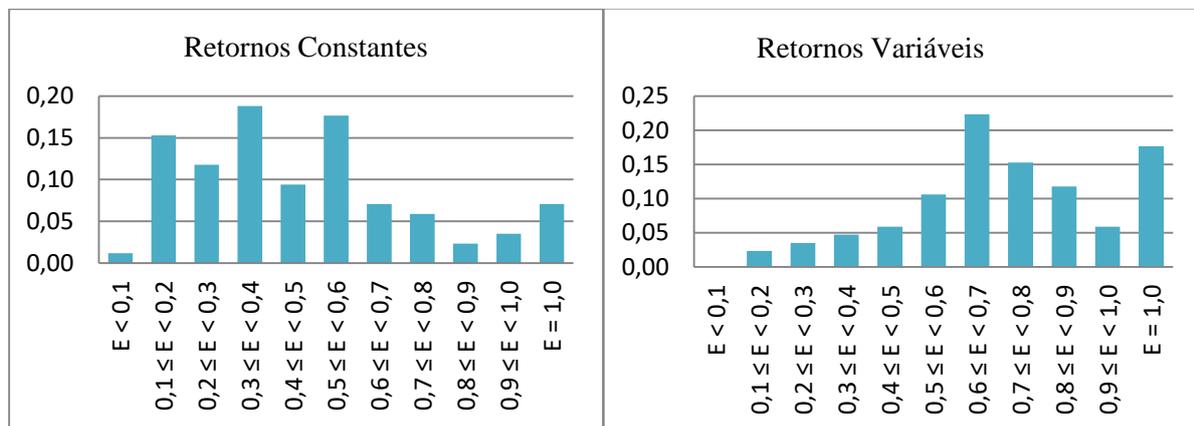


Figura 3– Distribuição dos produtores segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), segundo DEA.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Uma vez utilizado o modelo com orientação insumo, a ineficiência encontrada dos produtores mede a quantidade que se podem reduzir proporcionalmente os insumos mantendo o produto constante. Ou seja, os produtores ineficientes poderiam reduzir, em média, os insumos em 52% sem que haja alteração em quantidade de produto. Nota-se que os produtores que alcançaram máxima eficiência técnica (igual a 1) não podem reduzir seus insumos sem a redução de suas receitas. Contudo, os demais podem fazê-lo, utilizando como referência aqueles com eficiência técnica igual a um.

Para uma unidade de decisão ser eficiente no modelo com retornos constantes, ela deverá necessariamente ser eficiente no modelo com retornos variáveis, porém o inverso não ocorre (COELLI *et al.*, 1998). Se os escores de eficiência técnica não coincidirem nos dois modelos, ocorrerá ineficiência de escala. De acordo com Ferreira e Gomes (2009), a eficiência técnica global das DMUs é constituída pela pura eficiência técnica (retornos variáveis) e pela eficiência de escala, sendo esta última correspondente ao quociente entre o escore obtido no modelo de retornos constantes e de retornos variáveis.

Nos resultados obtidos no modelo de retornos variáveis, em que se inclui uma restrição de convexidade, a maior concentração de produtores se encontra no intervalo de eficiência entre 0,6 e 0,7, representando 22,35% do total da amostra. Dos 85 produtores, 15 obtiveram a máxima eficiência. Pode-se observar que 9 produtores que não estão no modelo de retornos constantes, estão apenas na fronteira de retornos variáveis, indicando que esses produtores não possuem problemas de uso excessivo de seus insumos, mas operaram com escala incorreta de produção.

Mais adiante, na Figura 4 foi considerada a participação ou não dos produtores em atividade cooperativas. Os resultados apresentam as distribuições relativas dos dois grupos em classes de eficiência técnicas (retornos constantes ou variáveis) e de escala, com orientação insumo.

No grupo dos Cooperados, considerando retorno constante de escala, dos 55 produtores, somente dois obtiveram a máxima eficiência técnica. A maior concentração dos produtores encontra-se acima de 0,7, abrangendo 20% do total do grupo. Quanto ao nível médio de eficiência técnica foi alcançado um valor de 47,5%. Usando como referência as DMUs que são 100% eficientes, os produtores ineficientes poderiam reduzir, em média, os insumos em 52,5% mantendo constante o produto.

No grupo dos Não Cooperados, com retornos constantes, 4 produtores de um total de 30, alcançaram a máxima eficiência técnica. A distribuição destes se faz presente de maneira incisa entre os intervalos (0,1 e 0,2), (0,3 e 0,4) e (0,5 e 0,6), que representam 20% da amostra deste grupo, respectivamente. A média da eficiência técnica é 0,4% menor que no grupo dos Cooperados, atingindo 47,1%. Sendo assim, os produtores ineficientes poderiam reduzir seus insumos, em média, 52% sem a necessidade de alterar sua produção. Em termos médios, apesar de ser uma diferença ínfima, o grupo dos Cooperados apresenta um nível de eficiência maior. Torna-se importante frisar que, embora o grupo 2 apresente mais produtores com eficiência máxima, os demais produtores se encontram abaixo do estrato de eficiência de 0,7.

É percebido assim que não há excessos na utilização dos insumos, mas a escala de produção é incorreta. Os fruticultores ineficientes no grupo 1 e 2 poderiam reduzir, em média, seus insumos em 32,2% e 26,0%, respectivamente, sem comprometer suas receitas.

De acordo com Gomes (2014), achando-se as diferenças nas médias das medidas de eficiência técnica global superior às de pura eficiência, é esperado que as diferenças entre as médias eficientes de escala sejam maiores. Tal característica se deve ao fato de que a medida de eficiência de escala é representada pela razão entre as medidas de eficiência técnica, nos modelos com retornos constantes e variáveis. Ou seja, a eficiência global compreende a pura eficiência e a eficiência de escala.

Ao serem observados os escores de eficiência nos modelos, com retornos constantes e variáveis e estes forem iguais ou se a razão entre elas for igual a um, a DMU estará operando em escala ótima. De modo contrário, se for inferior a um, será tecnicamente ineficiente, operando assim, em escala incorreta.

Quanto à eficiência de escala, (c), a maior participação relativa dos produtores cooperados, 36,36%, está acima do estrato 0,7 e 0,8. Apenas 2 produtores alcançaram o escore de eficiência máxima, ou seja, igual a 1. No grupo dos Não Cooperados, 4 atingiram a eficiência máxima por terem apresentado a mesma eficiência técnica nos retornos constantes e variáveis de escala. Cinco produtores do grupo 2 estão inseridos no intervalo 0,8 e 0,9, representam 16,67%.

A fim de detectar as fontes de ineficiências de escala (Figura 3), no caso dos produtores operarem com retornos crescentes ou decrescentes, outro problema de

programação linear foi desenvolvido, considerando a restrição de retornos não crescentes à escala. A Figura 5 demonstra os resultados encontrados, distribuindo a amostra em dois grupos, no primeiro Cooperados e no segundo Não Cooperados, segundo o tipo de retorno.

É conveniente ressaltar algumas questões. Entre os produtores que se encontra na escala ótima, a maioria é do grupo de Não Cooperados. São produtores que não apresentam problemas, nem de escala e nem de uso indevido de insumos. Sendo assim, esses produtores são *benchmarks* para os demais, independente se participam de atividades cooperativas ou não.

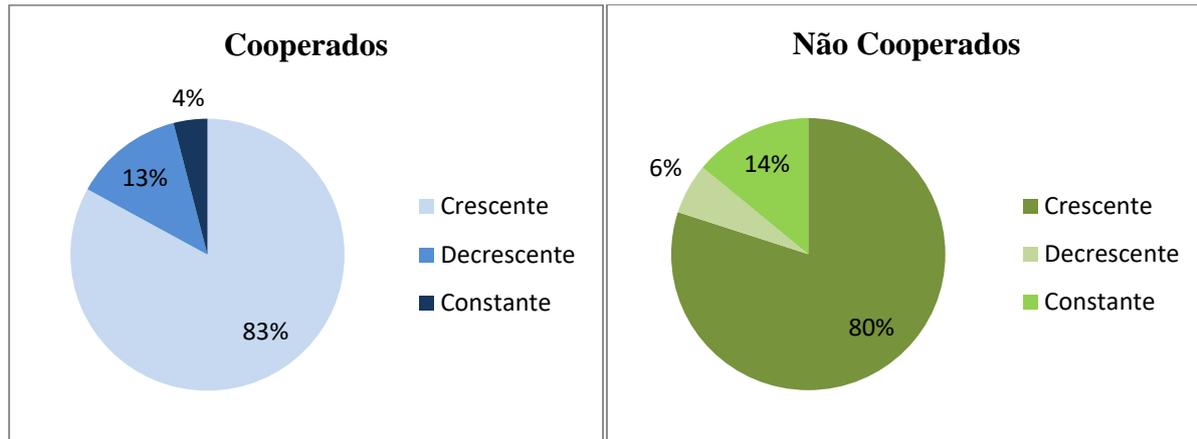


Figura 5– Distribuição relativa dos produtores participantes em cooperativas eo tipo de retorno.

Fonte: Resultados da pesquisa.

É importante salientar que cerca de 81,5% dos produtores apresenta retornos crescentes, e analisando isoladamente, ambos os grupos também apresentam a maioria dos produtores na faixa de retornos crescentes. Este resultado já era esperado, visto que a maioria da amostra é composta por pequenos produtores, isto é, possuem produção relativamente menor quando comparadas à grandes produtores. É esperada a distribuição dos produtores nos três tipos de retornos possíveis, uma vez que o modelo compara as DMUs como um todo.

Do mesmo modo, os grandes produtores, em sua maioria pertencentes no grupo dos Cooperados, localizam-se na zona de retornos decrescentes por apresentarem produção superior às demais. Este resultado é relevante, pois sugere que há maior potencial de ganho nos produtores que participam de atividades cooperativas. Ainda assim, os retornos crescentes de escala predominam nos dois grupos, quando se observa que o aumento da receita, de maneira genérica, será possível a custos médios decrescentes, obtendo assim, economias de escala.

### 5.3. Teste de igualdade de fronteira

Após caracterizar os produtores de fruticultura irrigada segundo a eficiência e participação em atividades cooperativas, procedeu-se com o teste não paramétrico U de

Mann-Whitney. Esse teste tem o intuito de verificar se há igualdade ou não entre as fronteiras de eficiência quando separadas em grupos.

Conforme foi abordado nos procedimentos metodológicos, inicialmente calculou-se as medidas de eficiência para cada grupo de produtores (Cooperados e Não Cooperados). Posteriormente, os produtores considerados ineficientes foram projetados para sua fronteira, ou seja, toda ineficiência foi eliminada. A projeção dos ineficientes para a fronteira considera as DMUs eficientes que atuaram como *benchmarks* no ano de 2014. Essa é a característica principal do teste. Após a projeção, foi gerada uma nova série de dados para cada grupo de produtores, com os valores ótimos de insumos e produtos. Sendo assim, se fossem calculadas as medidas de eficiência para os produtores usando como base os dados projetados, todos estariam na fronteira, ou seja, seriam eficientes.

Neste estudo, foram separados dois grupos: Cooperados, que compreendeu 55 produtores; e Não Cooperados, 30 produtores. A partir da nova série de dados, agregam os dois grupos e a medida de eficiência foi recalculada. Se os resultados não apresentassem diferenças significativas, significaria que os produtores estariam na mesma fronteira. De modo contrário, os testes exibiram diferenças nas médias. Os resultados dos testes consideram retornos constantes e são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Testes não paramétricos para os grupos, separados segundo a participação em cooperativas.

Especificação	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Significância
Grupos 1 e 2	541,500	2081,500	-2,645	0,008

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os testes U de Mann-Whitney e W de Wilcoxon demonstraram diferenças na fronteira. Como apresentado, a hipótese nula (significância do Teste Z), de que os grupos dos produtores Cooperados ou Não cooperados compõem a mesma população, foi rejeitada. Ou seja, foi aceita a hipótese alternativa que há diferença significativa entre os grupos.

Para toda a análise realizada, foi considerada uma única fronteira de eficiência para a caracterização dos produtores de fruticultura irrigada. Entretanto, como demonstrado pelo teste não paramétrico, há diferenças significativas nas fronteiras de eficiência dos grupos acima mencionados, uma vez que participar ou não de atividades cooperativas afetam a eficiência calculada.

Mesmo assumindo que as fronteiras são diferentes, os resultados dos testes de Mann Whitney e de Wilcoxon não permitem certificar qual fronteira é superior. Ou seja, ao estimar em conjunto dois grupos de produtores diferentes, sendo cada um projetado para sua fronteira, qual fronteira será considerada melhor?

Com o intuito de analisar essa questão, foi executado um teste de igualdade de médias para amostras independentes, relacionando as distribuições das observações nas fronteiras eficientes, isto é, após a correção das ineficiências. Inicialmente, utilizou o teste de Levene, a fim de comprovar a existência ou não de igualdade nas variâncias das amostras. Posteriormente, utilizou-se o teste t para igualdade de médias. Os resultados dos testes considerando retornos variáveis são apresentados nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Estatística das medidas de eficiência corrigidas após a projeção na fronteira

	Média	Desvio Padrão	Variância
Cooperados	0,9282	0,6314	0,0085
Não Cooperados	0,9340	0,1670	0,0305

Fonte: Resultados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 5, após as correções nos excessos, quando se projetam os produtores para a fronteira, a média das medidas de eficiência analisada no grupo dos Não Cooperados é maior. Outra observação importante é que o desvio padrão do grupo em questão é menor. Entretanto, a variância é maior em relação ao grupo dos produtores Cooperados. Essas diferenças mostram que os testes de médias devem ser analisados assumindo-se variâncias diferentes.

Tabela 6 – Resultados dos testes para igualdade de variâncias e médias

	Valor calculado	Significância
Teste F	6,479	0,013
Teste t	- 0,231	0,818

Fonte: Resultados da pesquisa.

Como se observa na Tabela 6, a significância do teste de Levene não permite afirmar que há igualdade de variâncias. Sendo assim, o teste t para igualdade de médias foi analisado considerando a hipótese de que as variâncias não são iguais.

Os resultados indicam, entretanto, que as médias não diferem. Dessa forma, pode-se assumir que a média das observações para o grupo dos Cooperados e para o grupo dos Não Cooperados são estatisticamente iguais.

Em suma, após a realização da sequência de testes, pode-se exprimir que os produtores que participaram de atividades cooperativas no período de análise não pertencem à mesma fronteira eficiente dos produtores que não participaram de atividades cooperativas. Para mais, há evidências de que a fronteira eficiente no grupo dos Não Cooperados é igual ao grupo dos Cooperados, uma vez que as médias das medidas de eficiências corrigidas são estatisticamente iguais.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo analisar a eficiência dos produtores de frutas do Submédio do São Francisco, segundo a participação ou não em atividades cooperativas. Os dados utilizados foram obtidos por meio de pesquisa primária junto aos produtores do Vale do São Francisco que utilizam a fruticultura irrigada no ano de 2014.

Inicialmente foi feita a caracterização dos produtores pertencentes a amostra, à qual foi necessária para fundamentação posterior dos demais resultados. Na segunda parte do trabalho, utilizou-se a metodologia não paramétrica de Análise Envoltória de Dados (DEA), para



calcular as medidas de eficiência técnica e de escala dos produtores em geral, ou seja, assumindo a existência de uma única fronteira.

Foi possível observar que os produtores, em sua maioria classificados como pequenos produtores, não associados a atividades cooperativas, apresentaram eficiência máxima superior, em detrimento daqueles que estavam associados a cooperativas. Entretanto, em média, os produtores Cooperados são distribuídos num nível de eficiência “melhor” no decorrer da análise. Por exemplo, estes se concentram no estrato acima de 0,7 e 0,8, em contrapartida, os Não Cooperados, se situam com mais intensidade nos intervalos inferiores.

Posteriormente, foram realizados testes para identificar se os produtores, quando divididos em Cooperados ou Não Cooperados, compunham a mesma fronteira de produção. Após observação do resultado, a hipótese que foi rejeitada.

Em termos médios, os produtores cooperados apresentam receita total maior, que poderia ser devido ao fato de exercerem atividades conjuntas que permitem trabalhar na fronteira de eficiência, como a venda de produtos e compra de insumos. Este resultado é esperado, visto que quando são analisados individualmente, no grupo dos produtores Cooperados há uma presença maior de pequena/média empresa e concentra todas as grandes empresas. Ou seja, a pequena parte dos produtores que apresentam retornos decrescentes que estão no grupo dos Cooperados apresenta uma produção superior aos demais.

Nesta perspectiva, as associações cooperativas precisam ser reforçadas quanto estruturas organizacionais que auxiliam os pequenos produtores que, por insegurança, terminam por negociar suas frutas no comércio local ou com atravessadores, que por vezes, não adicionam valor ao produto. Estas cooperativas também auxiliam nos processos burocráticos e custos transacionais que acabam por inibir os pequenos produtores para negociarem sua produção no mercado interno e externo. Visto que estes, apesar de apresentarem máxima eficiência em alguns casos, poderiam expandir a produção e obter retornos melhores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTMAN, M. **Cooperative organizations as an engine of equitable rural economic development**. Journal of Cooperative Organization and Management, ICA Global Research Conference, v. 3, n. 1, p. 14-23, 2015.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2017. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2017. 88p.

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

BANKER, R. D.; ZHENG, Z.; NATARAJAN, R. **DEA- based hypothesis tests for comparing two groups of decision making units**. European Journal of Operation Research, n. 206, p. 231-238, 2010.



BIALOSKORSKI NETO, S.; SOUZA, J. V. P., GARCIA, L. F. **Cooperativas de leite no Brasil: estratégias e tendências.** In: Estratégias para o leite no Brasil. CONSOLI, M. A.; NEVES, M. F. (orgs). São Paulo, Atlas, 2006.

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

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba. Disponível em: <<http://www2.codevasf.gov.br>>. Acesso em 20 jun 2018

COELLI, T.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis.** Norwell: Kluwer Academic, 1998.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA, 2017. Disponível em:<<http://www.cnabrazil.org.br>>. Acesso em 20 jun 2018

COOPER, W. W.; SEIFORD, L.; TONE, K. **Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software.** 3 ed. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2002.

DUARTE, L.M.G.; WEHRMANN, M.E.S. de. **Expansão da fronteira agrícola nos cerrados brasileiros: percursos da soja das Missões até os lavrados de Roraima.** IN: FALCONÍ, F.; HERCOWITZ, M.; MUR IN: FALCONÍ, F.; HERCOWITZ, M.; MURADIAN, R. (eds.). Globalización y desarrollo en América Latina. Quito, Equador, FLACSO, 2004.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações.** Viçosa: Editora da UFV, 2009.

GOMES, A. P.; DIAS. M. A.; DIAS. R. S.; **Mudanças na eficiência da produção de leite no estado de Rondônia.** LII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2014. Goiânia. LII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Goiânia: SOBER, 2014.

GONÇALVES, R. M .L.; VIEIRA, W. C.; LIMA, J. E.; GOMES, T. S. **Analysis of technical efficiency of milk-producing farms in Minas Gerais.** Economia Aplicada, v.12, n.2, p.321-335, 2008.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 26 jun 2018.

JACKSON, P. M.; FETHI, M. D. **Evaluating the technical efficiency of Turkish commercial banks: An Application of DEA and Tobit Analysis.** In: International DEA Symposium, University of Queensland, Brisbane, Australia, p 19, 2000.

KOENKER, R.; BASSET, G. **Regression quantiles Econometrica,** v. 46, p.33- 50, 1978.



LEVENE, H. **Robust Test for Equality of Variances**, in., 'Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling', Stanford University Press, California, United States, p. 278–292, 1960.

MC INTYRE, J. **Proposta de modelo de formação continuada para o desenvolvimento das cooperativas agrícolas do Estado de Pernambuco**. Québec, Université de Sherbrooke – Canadá, 1997. Dissertação de Mestrado.

OCB- Organização das Cooperativas Brasileiras. 2018. Disponível em: <<http://www.ocb.org.br/>>. Acesso em 26 jun 2018.

PIRES, M.L. **O cooperativismo agrícola em questão. A trama de relações entre projeto e prática em cooperativas do nordeste do Brasil e do Leste (Quebec) Canadá**. Recife, UFPE, out., 1999. Tese de doutorado.

RIOS, G. **O cooperativismo Agrícola no Nordeste Brasileiro e Mudança Social**. João Pessoa, Editora Universitária – UFPB, 1979.

SCHALLENBERGER, E. **Cooperativismo e Desenvolvimento Comunitário**. Revista Mediações. Londrina, v.8, n.2, p.9-26, jul./dez. 2003.

SERRA, E. **A participação do Estado na formação e desenvolvimento das cooperativas agrícolas no Brasil**. REVISTA CAMPO-TERRITÓRIO/ Uberlândia, v. 8, n. 16, p. 6-37, 2013.

SIEGEL, S.; CASTELLAN JR, J. **Estatística não paramétrica para ciências do comportamento**. 2e. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SILVA, E. S. **O agronegócio Cooperativo e o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste – FNE: análise das cooperativas financiadas ligadas ao setor pecuário em Pernambuco entre 1990 e 1998**. Recife, UFRPE, 2000. Dissertação de mestrado.

SILVA, S. R. da; SILVA, L. M. R.; KHAN, A. S. **A fruticultura e o desenvolvimento local: o caso do núcleo produtivo de fruticultura irrigada de Limoeiro do Norte – Ceará**. Revista Econômica do Nordeste. Fortaleza, v. 35, n. 1, 2004. p. 39-57.

SOUSA, M. C. S.; CRIBARI-NETO, F.; STOSIC, B. **Technical efficiency of the Brazilian municipalities: correcting non parametric frontier measurements for outliers**. Journal of Productivity Analysis, v. 24, n. 2, p. 157-181, 2005.

TRAVASSOS, G. F.; SOBREIRA, D. B.; GOMES, A. P.; CARNEIRO, A. V. **Determinantes da eficiência técnica dos produtores de leite da mesorregião da Zona da Mata-MG**. *Revista de Economia e Agronegócio*, 13, 63-92, 2016.