



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócioeconomia**

JAQUELINE BONFIM DE CARVALHO

**DESEMPENHO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DOS MUNICÍPIOS
PERTENCENTES AO ESCRITÓRIO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DE
ANDRADINA/SP**

**ILHA SOLTEIRA
2016**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócioeconomia**

JAQUELINE BONFIM DE CARVALHO

**DESEMPENHO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DOS MUNICÍPIOS
PERTENCENTES AO ESCRITÓRIO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DE
ANDRADINA/SP**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – UNESP – Câmpus de Ilha Solteira, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Especialidade: Sistemas de Produção

Prof. Dr. Alan Rodrigo Panosso
Orientador

Prof. Dr. Omar Jorge Sabbag
Co-Orientador

**ILHA SOLTEIRA
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C331d Carvalho, Jaqueline Bonfim de.
Desempenho da produção agropecuária dos municípios pertencentes ao escritório de desenvolvimento rural de Andradina/SP / Jaqueline Bonfim de Carvalho. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
67 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2016

Orientador: Alan Rodrigo Panosso
Co-orientador: Omar Jorge Sabbag
Inclui bibliografia

1. Agrupamento. 2. EDR. 3. Eficiência agropecuária. 4. Estatística multivariada. 5. DEA.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DESEMPENHO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DOS
MUNICÍPIOS PERTENCENTES AO ESCRITÓRIO DE
DESENVOLVIMENTO RURAL DE ANDRADINA/SP

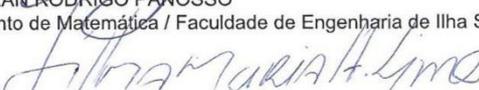
AUTORA: JAQUELINE BONFIM DE CARVALHO

ORIENTADORA: MARIA APARECIDA A TARSITANO

COORDENADOR: OMAR JORGE SABBAG

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA,
especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ALAN RODRIGO PANOSSO
Departamento de Matemática / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Profa. Dra. SILVIA MARIA ALMEIDA LIMA COSTA
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha
Solteira


Dra. NELI CRISTINA BELMIRO DOS SANTOS
Pólo Regional do Extremo Oeste / Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

Ilha Solteira, 27 de setembro de 2016

DEDICO

Ao meu pai **Ednaldo Rocha de Carvalho** e minha mãe **Evalita Rocha Bonfim de Carvalho**, que me educaram e me possibilitaram mais essa conquista. Sem eles nada disso seria possível. Exemplos de vida, dedicação, humildade e respeito.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas bênçãos recebidas, desde o momento em que fui concebida, sem as quais eu nada seria.

A toda minha família, em especial os meus irmãos Aline e Emanuel que estão constantemente comigo nas horas boas e ruins, os quais carrego sempre em meu coração e compartilham também dessa conquista.

A Universidade Estadual Paulista, em especial ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA/Unesp) da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sem a qual certamente o estudo não seria realizado.

Agradeço imensamente aos professores Omar Jorge Sabbag e Alan Rodrigo Panosso pela dedicação, amizade e paciência. Aos professores do curso de Pós-graduação em Agronomia, em especial aos professores Cidinha, Lázaro, Silvia, Boliani, Marco, Lazarini, Arf, Glaucia e Marcelinho os quais puderam ajudar a aprimorar meus conhecimentos.

A todos os servidores e funcionários da Universidade, em especial Mirian, Irineu, Thaís, Graciele e Marcia por todo apoio prestado até aqui.

Aos colegas da graduação que continuaram na pós e aos novos colegas pelo companheirismo, horas de estudo e "happy hour" compartilhados, agradeço a todos pelos momentos.

Aos meus amigos em especial Ligia e Poliana pelas conversas encorajadoras, sorrisos e lágrimas, meu muito obrigado.

“Ninguém é tão ignorante que não tenha algo a ensinar. Ninguém é tão sábio que não tenha algo a aprender.”

(Blaise Pascal)

RESUMO

A análise de Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDR) permite que se tenha uma melhor alocação dos recursos disponíveis, bem como um aumento da eficiência técnica da produção agropecuária, desde a geração de empregos, a produção de matérias-primas para a indústria e o mercado. O objetivo do trabalho foi analisar a eficiência agropecuária de treze municípios (DMU's - *Decision Making Units*) pertencentes ao EDR de Andradina, Estado de São Paulo. A análise exploratória dos dados foi realizada, inicialmente, por meio da estatística multivariada, pelas técnicas de análise de agrupamento não hierárquica e pela análise dos componentes principais. Sequencialmente, foi realizada a análise envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA), com modelo variável de escala (BCC) e orientação *output*. Foram utilizados três *inputs* (terra, trabalho, capital) e um *output* (produção) totalizando quatro variáveis. A análise multivariada permitiu a formação de dois grupos, em que as variáveis terra, trabalho e produção contribuíram para a separação do agrupamento principal, tendo o município de Valparaíso como destaque. A análise DEA aponta que a maioria das DMU's trabalhou de maneira ineficiente, tendo apenas 30,77% da amostra eficiente no modelo escolhido (BCC), indicando diferentes níveis tecnológicos das unidades agropecuárias analisadas.

Palavras-chave: Agrupamento. EDR. Eficiência agropecuária. Estatística multivariada. DEA.

ABSTRACT

The Rural Development Offices (EDR) analysis allows you to have a better allocation of available resources, and an increase in technical efficiency of agricultural production, since the creation of jobs, the production of raw materials for industry and the market. The objective was to analyze the agricultural efficiency of thirteen municipalities (DMU's - *Decision Making Units*) belonging to the EDR of Andradina, State of São Paulo. Exploratory data analysis was performed, initially, by multivariate statistics, by non-hierarchical cluster analysis techniques and the analysis of the main components. Sequentially, the data envelopment analysis was conducted (Data Envelopment Analysis – DEA), with variable scale model (BCC) and output orientation. Three inputs were used (land, labor, capital) and output (production) totaling four variables. Multivariate analysis allowed the formation of two groups, in which the land variable, labor and production contributed for the separation of the main group, with the municipality of Valparaíso as highlight. The DEA analysis shows that most DMU's work inefficiently, with only 30.77% of the effective sample on the chosen model (BCC), indicating different technological levels of agricultural units analyzed.

Key words: Grouping. EDR. Agricultural efficiency. Multivariate statistics. DEA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fronteira de produção (eficiência).....	27
Figura 2. Eficiência nos modelos CCR e BCC.....	28
Figura 3. Esquema da análise dos componentes principais.....	32
Figura 4. Estado de São Paulo com os 40 Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDR) com destaque ao EDR de Andradina e seus 13 municípios.....	36
Figura 5. Dendrograma resultante da análise hierárquica de agrupamentos.	46
Figura 6. Resultado da análise de componentes principais, gráfico de dispersão biplot entre o primeiro (CP1) e o segundo (CP2) componentes principais.	48
Figura 7. Área cultivada das cinco principais culturas nos municípios de Murutinga do Sul e Valparaíso.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação de inputs e outputs avaliados na análise multivariada e DEA e estatística descritiva dessas variáveis, correspondentes aos municípios (DMU's) pertencentes ao EDR de Andradina.	42
Tabela 2. Os três maiores valores de produção de cada município pertencente ao EDR de Andradina.	44
Tabela 3. Valores de eficiência para os municípios pertencentes ao EDR de Andradina.	51
Tabela 4. Eficiência de escala e natureza dos retornos dos municípios pertencentes ao EDR de Andradina.	53
Tabela 5. Alvos a serem atingidos pela DMU com menor escore de eficiência no modelo BCC.	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP – Análise de Componentes Principais

BCC – Retorno Variável de Escala

CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral

CCR – Retorno Constante de Escala

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

CP1 – Componente Principal 1

CP2 – Componente Principal 2

DEA – Análise Envoltória de Dados

DMU – Unidade tomadora de decisão

EDR – Escritório de Desenvolvimento Rural

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IAC – Instituto Agronômico de Campinas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LUPA – Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo

IEA – Instituto de Economia Agrícola

PIB – Produto Interno Bruto

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Breve destaque do cenário agropecuário no Estado de São Paulo.....	15
2.2	Característica do Escritório de Desenvolvimento Rural de Andradina, Estado de São Paulo	18
2.3	A Importância do setor agropecuário e dos fatores terra, trabalho e capital empregado.....	20
2.4	Gestão agropecuária e eficiência produtiva	24
2.5	Eficiência e análise DEA.....	26
2.6	Estatística multivariada: Técnicas de análise de agrupamento e componentes principais.....	31
3	METODOLOGIA	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

Ao buscar estabelecer políticas que considerem as diversidades regionais, o Estado de São Paulo adotou, para fins de planejamento, uma divisão territorial em regiões. A análise desagregada dessas regiões permite a verificação do comportamento no meio rural, da produção agropecuária, e dos atores envolvidos, no sentido de aproveitar e difundir as vantagens que cada região apresenta. De maneira a atender as necessidades estratégicas de gestão de cada região, o Estado foi dividido em 40 Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDR). Essa divisão do Estado em áreas de EDR foi definida a partir do Decreto nº 41.559 criado em 01 de janeiro de 1997, em que cada EDR possui a estrutura de um corpo técnico, um núcleo de apoio administrativo e casas da agricultura, sendo sua subordinação estabelecida de acordo com sua localização geográfica e características da produção agropecuária.

A atribuição dos EDR's é planejar, coordenar e apoiar a execução das atividades relativas aos planos regionais e municipais de desenvolvimento rural, a extensão rural e assistência técnica, às vendas de sementes e mudas, aos levantamentos e diagnósticos necessários a elaboração de políticas, planos de desenvolvimento rural e outras necessidades do Governo do Estado e a fiscalização e acompanhamento dos convênios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, no âmbito da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) (SÃO PAULO, 1997).

O segmento das atividades rurais, sendo elas agrícolas e ou pecuárias, é de fundamental relevância para uma economia de um país, respaldando assim na geração de empregos, matérias-primas para o setor industrial e alimentos para o mercado interno (SANTOS; PEREIRA, 2004). O Estado de São Paulo é expressivo na agropecuária, em se tratando da produção agrícola, Caser et al. (2012) avaliando o valor da produção agropecuária do Estado para as 40 regiões, constatou que a cana-de-açúcar se destacou como principal produto, sendo o mais importante dentre 27 das 40 regiões do Estado, ou seja, com 70% de predominância. A atividade pecuária também obteve destaque, pois o segundo produto de maior valor no Estado foi a carne bovina, representando 9,8% do total estadual, liderando o *ranking* em 3 das 40 regiões. Logo, em razão da agropecuária ser um dos setores da

economia que mais emprega e gera excedente exportável, é importante analisar alternativas que possam refinar, ainda mais, a alocação dos recursos disponíveis, melhorando a produtividade por meio de aumentos nos níveis de eficiência técnica na produção agropecuária.

Ademais, a eficiência nos sistemas de produção pode ser obtida de diversas formas, dentre estas por meio do manejo racional dos fatores de produção, como o uso da terra, o controle da mão de obra e o capital empregado na unidade agropecuária. Para qualquer situação, a utilização de tecnologia é responsável por incrementos importantes nos índices de produção (EUCLIDES FILHO, 2000). Nesse ponto de vista, a relevância de avaliar o emprego desses fatores de produção na região de estudo, avaliando a eficiência agropecuária dos municípios e os níveis tecnológicos que vem sendo adotados, propondo melhorias quando necessário. Outro fator de destaque refere-se que as dificuldades de desenvolvimento agropecuário de uma determinada região têm uma relação direta com o perfil da gestão, sobretudo pela falta de mecanismos de controle administrativos, relacionados ao gerenciamento dos processos técnicos de produção, os quais podem ocasionar significativas perdas de eficiência (BERTON, 1999).

Uma ferramenta que o gestor pode utilizar é a DEA (*Data Envelopment Analysis*), que foi desenvolvida por Charnes e colaboradores, em 1978, e avalia unidades, com combinações de entradas e saídas, localizando a fronteira eficiente dentro de um grupo analisado, bem como determina para cada unidade ineficiente, subgrupos de unidades eficientes, formando seu conjunto de referência, e que se tem mostrado atrativo em diversos setores de aplicação. O emprego de modelos DEA pode apoiar as decisões dos municípios correspondentes ao EDR de análise, ao indicar os municípios ineficientes e os que podem servir de referência às atividades agropecuárias (GOMES et al., 2003).

Outra forma de avaliação é a análise de agrupamento, com a finalidade de conhecer de antemão o comportamento dos dados. Essa análise visa explorar as similaridades entre unidades, definindo-as em grupos, considerando de maneira simultânea todas as variáveis notadas em cada unidade. Sendo uma análise multivariada, é um procedimento que identifica grupos em dados multivariados (multidimensionais); em outras palavras, são métodos de agrupamentos que classificam seus elementos em grupos restritos, homogêneos internamente,

permitindo determinar tipologias analíticas e estruturas agregadas significativas (HÄRDLE; SIMAR, 2007; SIMÕES, 2003).

Com a informação relativa ao número de grupos e às características das variáveis utilizadas pelas unidades, a análise da eficiência produtiva permite considerar as especificidades tecnológicas e limitações para mudanças no sistema produtivo de uma unidade agropecuária. A análise multivariada juntamente com a análise de eficiência já vem sendo utilizada, Sousa et al. (2012) estudando o desempenho técnico dos produtores de leite no Estado de Goiás em curto e longo prazo, empregaram a estatística multivariada para formação de grupos de produtores e o modelo de análise envoltória de dados (DEA) para a estimativa de escores de eficiência e identificação de pontos de referência.

No presente trabalho estudou-se um "recorte temporal", buscando verificar a eficiência dos municípios pertencentes ao EDR de Andradina que é uma Unidade Administrativa da CATI, localizada na região oeste do Estado. A EDR de Andradina vem sofrendo na dinâmica produtiva do setor agropecuário, incluindo a substituição das áreas de pastagens, que se tornaram promissoras para a expansão do setor canavieiro, à presença de assentamentos e reassentamentos em seus municípios, com o predomínio da agricultura familiar. Assim, no intuito de propor medidas quanto ao uso eficiente dos principais fatores de produção (terra, trabalho e capital), o objetivo do trabalho foi analisar a eficiência agropecuária de treze municípios pertencentes ao EDR de Andradina, por meio da análise multivariada e envoltória de dados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Breve destaque do cenário agropecuário no Estado de São Paulo.

O Estado de São Paulo possui 645 municípios, reunindo 40 milhões de habitantes em uma área de 248.222,362 km² (IBGE, 2015). É considerada uma das unidades federativas com alto índice de Desenvolvimento Humano, e responsável por mais de 31% do PIB do país, possui o status de "motor econômico" do Brasil por haver melhor infraestrutura, mão de obra qualificada, fabricar produtos de alta tecnologia. Além disso abrigar o maior parque industrial e a maior produção econômica de ser um polo industrial, o Estado também é expressivo nas áreas de agricultura e pecuária (SÃO PAULO, 2015b).

Grande parcela da riqueza do Estado é oriunda da atividade industrial de transformação, intermediação financeira e serviços. Entretanto, a atividade agrícola e pecuária paulista tem forte influência, se considerar, a geração de riqueza agropecuária em todo o país, pois corresponde a 10% do PIB deste setor, tendo a cana-de-açúcar e a laranja como os principais produtos que influenciam na composição do PIB agropecuário paulista, mas restrito a algumas regiões, seguido da pecuária e outras culturas (SOUZA, 2010).

Segundo Francisco et al., (2004), o setor agropecuário paulista possui uma dinâmica única na constituição de suas atividades. Por não possuir mais fronteira agrícola a ocupar, acaba ocorrendo um aprofundamento no sentido de especializações regionais, seja na mudança tecnológica, ou pelo maior aproveitamento das vantagens locacionais. Desse modo, qualquer expansão de área de atividades agrícola ou pecuária que não ocorra por uso mais intensivo da terra será feita por substituição de outras atividades. Nesse sentido quando se analisa o histórico agropecuário do Estado nota-se que já houve várias atividades como destaque.

Inicialmente, o Estado de São Paulo era um dos maiores produtores de café do país, cultura que foi introduzida no Brasil no século XVII e que se expandiu pelo Estado em meados do século XIX, consolidando-se como base da economia do país. A cultura proporcionou a vinda de imigrantes, principalmente da Europa, o desenvolvimento do

Estado econômica e estruturalmente, além da introdução das ferrovias construída para escoar o principal produto de exportação brasileiro (PAULO, 2015a).

De acordo com Colistete (2015), em meados do século XX praticamente todas as regiões do Estado produziam café, mas quase todas elas se especializaram em mais de um produto agrícola, com a exceção da região de Mogiana que faz divisa com o Estado de Minas Gerais. Além das grandes propriedades, as pequenas também foram atraídas para produção e exportação e se especializaram na produção do café, mas somente as grandes não só se especializaram na produção de alimentos (além do café), mas dominaram a oferta dos principais produtos destinados ao mercado doméstico. Porém com a oferta maior que a demanda, ocorreu uma diminuição dos preços do café, sendo influenciado também pela crise de 1929 nos Estados Unidos, causando uma quebra da economia cafeeira da época.

Outra cultura também expressiva é a seringueira, que tem como produto a borracha natural, foi introduzida no ano de 1917, porém só após muitos anos de trabalhos de pesquisa, programas e treinamentos, a heveicultura foi fortalecida, fazendo com que o Estado ocupasse destaque nesse segmento (MARTINEZ, 2006). Os trabalhos de pesquisa, tecnologia e de assistência técnica iniciaram-se na década de cinquenta e atingiram maior sucesso em fins dos anos setenta e até meados dos anos oitenta (IAC, 1999, citado por PINO et al., 2000). Temos o Estado como representante da maior parcela de produção nacional, conferindo à condição de principal produtor de borracha natural do Brasil, com área de 14 milhões de hectares aptos à heveicultura (SANTOS, 2011).

Porém, de acordo com Martinelli (2004), citado por Francisco et al. (2004) o extrativismo da borracha começou a ter um declínio, devido, principalmente a dois fatores: a entrada no mercado internacional de borracha oriunda dos países asiáticos, e o surgimento da doença mal-das-folhas, causada pelo fungo *Microcyclus ulei*, comum nas regiões quentes e úmidas.

O Estado possui destaque também na citricultura, que teve seu impulso na década de 60, devido as instalações das indústrias de suco de laranja concentrado. Sua implantação e expansão propiciaram o desenvolvimento do maior parque citrícola no mundo, e o mercado internacional era o destino principal da produção. A citricultura abrange as culturas como laranja, limão e tangerina, porém tem a laranja como seu principal produto colhido, com diversos cultivares como a hamlin, lima, pera, seleta, bahia, natal, valência e folha murcha (CEPEA, 2016). A laranja é um

dos itens que mais influenciam no PIB agropecuário paulista, assim como a cana-de-açúcar, mas restrito a algumas regiões, seguido da pecuária e outras culturas (SOUZA, 2010).

Porém o setor citrícola vem diminuindo e sendo suprido por outras culturas nos últimos anos no Estado, onde um dos principais motivos por essa substituição é a baixa lucratividade e questões como a diminuição da demanda internacional por suco de laranja depois do surgimento de outros mercados, e a baixa remuneração ao produtor, além de problemas fitossanitários com a doença denominada *greening*, que surgiu há mais ou menos 10 anos e dificulta a condução normal da cultura. Lembrando que, a cultura que fortemente vem substituindo a citricultura é a cana-de-açúcar, ficando a economia dos municípios, para os quais a cultura está presente, dependente do desempenho do setor sucroenergético (EMBRAPA, 2015).

Atualmente, a cadeia produtiva da bovinocultura se apresenta como uma das principais atividades agropecuárias do Estado de São Paulo, superada somente pela cana-de-açúcar. A produção de bovinos é tradicional e está vinculada ao fato de que este é um dos maiores centros consumidores do país e possui um dos maiores parques abatedouros, além de ter o porto nacional com o maior volume em exportação de carne bovina brasileira para o mundo. O número total de bovinos enviados para o abate por São Paulo em 2013 foi cerca de 3,5 milhões de cabeças, representando 10,3% do total nacional (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 2014).

De acordo com Araújo e Bini (2013) entre 2000 e 2010, com a baixa disponibilidade de áreas para a extensão dos canaviais nas regiões tradicionais, a região oeste paulista, nas EDR de Andradina e Araçatuba apresenta-se como o fragmento do território paulista mais propício para o setor canavieiro. Utilizando áreas que antes eram ocupadas pelas pastagens, a região exhibe vantagens, por possuir áreas que facilitam a colheita mecanizada, apresentam melhores possibilidades para cultivo e expansão da cana-de-açúcar. E em virtude da introdução dos veículos *flex-fuel* no mercado em 2003, fez-se crescente a demanda mundial na busca de combustíveis sustentáveis, incentivando os produtores a investirem cada vez mais na produção de cana-de-açúcar (OLIVETTE et al., 2010).

Segundo dados da Conab (2015), mais de 50% da produção está concentrada no Estado de São Paulo, e a produção estimada do Brasil para a safra 2015/16 será produzir cerca de 654,6 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, com

incremento de 3,1% em relação à safra passada. Esse incremento não será maior devido à crise hídrica da sofrida pela safra passada, porém São Paulo permanece como o maior produtor nacional com 51,7% (4.687,6 mil hectares) da área plantada.

A cultura da cana-de-açúcar está distribuída em praticamente todo o Estado, com destaque para o centro-norte, as regiões de Campinas, Bauru e Jaú e, mais recentemente, o oeste do Estado de São Paulo (INVESTE SÃO PAULO, 2015).

2.2 Característica do Escritório de Desenvolvimento Rural de Andradina, Estado de São Paulo

Como dito anteriormente o Estado de São Paulo foi dividido para fins político-administrativos em 40 escritórios de Desenvolvimento Rural (EDR). Essa divisão do Estado em áreas de EDR foi definida a partir do Decreto nº 41.559 criado em 01 de janeiro de 1997, que dispõe sobre a estrutura administrativa da coordenadoria de Assistência Integral (CATI), da secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Os Escritórios de Desenvolvimento Rural têm por atribuição planejar, coordenar e apoiar a execução das atividades relativas:

I - aos planos regionais e municipais de desenvolvimento rural;

II - a extensão rural e assistência técnica;

III - às vendas de sementes e mudas;

IV - aos levantamentos e diagnósticos necessários a elaboração da Política Agrícola do Estado, aos Planos de Desenvolvimento Rural e outras necessidades do Governo do Estado;

V - a fiscalização e acompanhamento dos convênios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, no âmbito da CATI. (SÃO PAULO, 1997).

As sedes dos Escritórios de Desenvolvimento Rural localizam-se nos Municípios de Andradina, Araçatuba, Araraquara, Assis, Avaré, Barretos, Bauru, Botucatu, Bragança Paulista, Campinas, Catanduva, Dracena, Fernandópolis, França, General Salgado, Guaratinguetá, Itapetininga, Itapeva, Jaboticabal, Jales, Jaú, Limeira, Lins, Marília, Mogi das Cruzes, Moji Mirim, Orlandia, Ourinhos,

Pindamonhangaba, Piracicaba, Presidente Prudente, Presidente Venceslau, Registro, Ribeirão Preto, São Paulo, São João da Boa Vista, São José do Rio Preto, Sorocaba, Tupã e Votuporanga (SÃO PAULO, 1997).

Aqui faremos uma breve caracterização da região pertencente ao EDR de Andradina, objeto de estudo do presente trabalho. Localizada no oeste do Estado, essa EDR é formada pelos municípios: Andradina, Bento de Abreu, Castilho, Guaraçaí, Ilha Solteira, Itapura, Lavínia, Mirandópolis, Murutinga do Sul, Nova Independência, Pereira Barreto, Suzanápolis e Valparaíso.

O município de Andradina, cidade sede do EDR de Andradina, possui em seu histórico o contexto da pecuária bovina. Sua colonização foi idealizada desde 1932, quando o maior fazendeiro do Estado de São Paulo, Antônio Joaquim de Moura Andrade, conhecido com "Rei do Gado" planejou a construção de uma nova rota interligando o trecho entre as estações de Guaraçaí e Paranópolis na Estrada de Ferro Noroeste Paulista (NOSSO SÃO PAULO, 2016).

Já o município de Lavínia se destacava com a alta produção de cebola, ocupando a segunda posição como produtor da cultura no Estado paulista, porém atualmente encontra-se com redução de 90% da área plantada, quando comparado a década de 1980. Um dos fatores para diminuição da área foi a falta de mão de obra e a baixa remuneração do setor, que fizeram com que os produtores abandonassem a atividade (HOJE MAIS, 2015).

Até meados do século XX e início dos anos 2000, não só Andradina, como em todo oeste paulista, havia a predominância da pecuária bovina de corte no uso do solo pelas pastagens sendo essa sua principal atividade econômica. Porém com pouca disponibilidade de expansão para novas fronteiras agrícolas no Estado, após os anos 2000 essa região apresenta-se como o fragmento do território paulista mais favorável para o setor sucroenergético. (ARAUJO; BINI, 2013).

A região de Guaraçaí e Mirandópolis destacam-se na produção de frutíferas, principalmente pelos cultivos de goiaba, abacaxi e manga (PETINARI; TARSITANO, 2002). A cultura do abacaxi, por exemplo, possui grande relevância na região de Andradina, representando cerca de 70% da produção do Estado de São Paulo (IEA, 2007, citado por OKURA et al., 2007). O autor também cita que, nessa região a agricultura é predominantemente familiar, sendo o abacaxi a fonte principal de renda do município.

Essa característica familiar se faz presente a outros municípios da EDR de Andradina, a qual atualmente possui vários assentamento e reassentamento em sua constituição. Destacam-se culturas como pastagens, frutíferas, olerícolas e grãos, com destaque para o feijão e o milho, além do leite de vaca (SILVA, 2012). De acordo com Gonzaga (2015), embora haja essa configuração no cenário agrário, nos últimos anos, podem-se destacar avanços no que diz a respeito às iniciativas voltadas para a desconcentração de propriedades, devido à forte presença de movimentos sociais de luta pela terra.

Mas, existem contrapontos com a dinâmica sucroenergética, que segundo Oliveira (2014), a grande expansão da cana-de-açúcar nesta região pode gerar implicações diretas sobre a reforma agrária, na medida em que a tendência é intensificar a demanda por mais terra com a concentração fundiária, o que tende a gerar reflexos que já podem ser observados sobre a reforma agrária da região.

Em virtude de distintas oportunidades nas práticas agropecuárias da região, determinadas atividades possuem um nível de renda inferior e ineficiente quando consideradas com outras eficientes. Investimentos em capital e utilização de mão de obra são alguns dos fatores que, além de políticas agrícolas, contribuem para que algumas regiões se sobressaiam em detrimento de outras.

2.3 A Importância do setor agropecuário e dos fatores terra, trabalho e capital empregado

O agronegócio brasileiro, que inclui agricultura e pecuária, além de sua importância econômica, abrange desde a produção nos estabelecimentos e sua transformação, consumo, produção de insumos, a incorporação de outros serviços de apoio como pesquisa, assistência técnica, processamento, transporte, comercialização, crédito, exportação, serviços portuários, distribuidores, bolsas, industrialização e o consumidor final (GASQUES et al., 2004). Para muitos especialistas, esse setor é um grande condicionante do desempenho da economia brasileira, com grande parcela no PIB nacional, ele pode ser o único setor com crescimento mais expressivo diante da indústria claudicante e dos serviços em processo de exaustão (CEPEA, 2014).

Porém mudanças ocorrem na dinâmica desse segmento, em que França et al.; (2009) notaram que de acordo com os últimos censos agropecuários, ocorreram importantes transformações na agricultura brasileira. Por exemplo, a expansão e consolidação da produção da região centro-oeste; expansão da cultura da soja para novas regiões (sul do Maranhão e Piauí, oeste da Bahia); expansão da cultura da cana e das usinas de açúcar e álcool nas regiões sudeste e centro-oeste; estruturação de um conjunto de políticas agrícolas diferenciadas para a agricultura familiar, políticas de reforma agrária; a expansão da produção de papel e celulose por grandes empresas transnacionais e a ampliação das exportações agrícolas intermediadas por tradings internacionais; entre outras.

Essas mudanças estão ligadas aos fatores de produção como terra, trabalho e capital que são elementos indispensáveis dentro de um processo produtivo. Segundo Sandroni (1999), a terra abrange os recursos naturais encontrados no subsolo, a água armazenada em sua superfície, e a parte arável do solo. Sua utilização ao longo da história da sociedade está intimamente ligada à produção de alimentos pela atividade agrícola, bem como força produtiva e objeto de trabalho, e sua utilização e formas de propriedade variam de país para país e, mesmo no interior de dado país pode variar de região para região.

E com o crescente aumento da população, a demanda pela melhoria das condições materiais de vida da sociedade e por alimentos é progressiva, fazendo com que o progresso gere pressões pela exploração da terra como pela busca de maior produtividade (WADT et al., 2004). Neste sentido, faz-se necessário compreender o estudo de uso e ocupação das terras, que constitui uma etapa para o entendimento das relações entre o homem e o meio, o que possibilita o estabelecimento de ações de integração entre planejamento territorial e gestão.

De acordo com Santos (1988), o levantamento de uso e de cobertura da terra fornecem subsídios para impactos ambientais, impactos gerados pelos altos índices de urbanização e pelas transformações rurais, em que cada região possui sua similaridade em relação aos problemas, mas também se diversificam a partir das formas e dos tipos de ocupação e do uso da terra, que são delineados a partir dos processos definidos nos diferentes circuitos de produção. Grigio et al., (2009) afirmam que o conhecimento atualizado da distribuição da área ocupada pela agricultura e pecuária, as vegetações naturais, dentre outros aspectos, se tornam cada vez mais necessárias aos planejadores. Infere-se então, a necessidade de

atualização constante dos registros de uso da terra para que suas tendências possam ser analisadas.

Com a expansão da fronteira agrícola brasileira e por consequência o aumento da produção de alimentos, Barros et al. (1977) citam que esse processo esteve ligado à elevação substancial do contingente de mão de obra e da incorporação de novas terras ao processo produtivo. Mão de obra a qual faz parte intimamente do processo produtivo, configurada como trabalho, onde segundo Sandroni (1999) o trabalho também se enquadra como um dos fatores de produção, sendo toda atividade humana voltada para a transformação da natureza, com o alvo de satisfazer uma necessidade. Estando em uma condição específica do homem está associado a certo nível de desenvolvimento das ferramentas de trabalho, como o grau de aperfeiçoamento das forças e divisão da atividade produtiva.

Assim como o trabalho, o capital também é definido como um dos fatores de produção, formado pela riqueza que gera renda, ou ainda, por todos os meios de produção que foram criados pelo trabalho e que são utilizados para a produção de outros bens. Assim, o capital de uma empresa ou de uma sociedade, por exemplo, é constituído pelo conjunto de seus recursos produtivos que foram criados pelo trabalho humano. Em um sistema capitalista, o capital abrange os recursos usados na produção de bens e serviços destinados à venda, ou seja, as mercadorias. Aqueles meios de produção que são utilizados para a satisfação direta das necessidades dos produtores não fazem parte do capital (SANDRONI, 1999).

Mas, assim como o setor teve suas mudanças, os fatores de produção também, diante do processo de modernização, onde Nunes (2007) cita que a partir da segunda guerra mundial a agricultura passou por um processo de transformação chamado "Revolução Verde". Juntamente com o processo, veio à utilização de máquinas, insumos e técnicas produtivas que permitiram aumentar a produtividade do trabalho e da terra.

Essa modernização da agricultura contou com três instrumentos principais: a pesquisa agropecuária, a assistência técnica e a extensão rural, trazendo o elo entre a pesquisa e os agricultores para que a tecnologia também pudesse atender a pequenos produtores, que por outrora eram esquecidos, e por último, o crédito rural, que tinha por finalidade viabilizar financeiramente os pacotes tecnológicos validados pela pesquisa e difundidos pela assistência técnica (SOUZA, 2005). A partir dessa época houve um avanço tecnológico, como a mecanização e tecnificação dos meios

de produção agregando novos padrões tecnológicos, como maneiras de complementar as famílias e agricultores para formas de racionalidade produtiva.

Os autores Vian e Júnior (2010), mencionaram que essas mudanças nos padrões tecnológicos do setor mudou o rumo das técnicas de produção e oferta de produtos agrícolas no mundo, assim como a necessidade de envolvimento de mão de obra na produção agrícola, pois o aumento da produtividade do setor levou à substituição do homem nesta atividade, possibilitando o acesso a melhores práticas de produção na agricultura e pecuária. Nunes (2007) cita que na agricultura, as máquinas, os insumos e as novas técnicas de produção aumentam na produtividade do trabalho, possibilitando que um número cada vez menor de pessoas produzisse a mesma (ou maior) quantidade de mercadorias. Essas máquinas e implementos na propriedade agropecuária representa o capital fixo (ou investimentos), ou seja, não é consumido em apenas um ciclo de produção, auxiliando nas atividades dentro da propriedade agrícola, para um incremento de produtividade.

Porém esse processo de modernização recebe algumas críticas, como políticas públicas e governamentais que norteiam as elites dominantes, seja no setor econômico, ou no campo político de definições de prioridades, elevada concentração e desigual distribuição da propriedade da terra e dos recursos produtivos de origem industrial, e elevação de custos do pacote tecnológico da revolução verde, associadas às crises do petróleo dos anos 70. Com isso tem um novo incentivo por parte do governo, por exemplo, o programa Proálcool, com reversão dos motores a gasolina em motores a álcool, evitando assim a dependência externa de divisas quando dos choques de preço por petróleo (MATOS, 2010).

Mas, além de se ter alguns entraves, e apesar de se ter uma diminuição na mão de obra quando se tem emprego de maquinários, torna-se essencial o aprimoramento e máxima eficiência do trabalho. Pode-se dizer que ela é um dos principais itens do ciclo produtivo de culturas agrícolas. As atividades exercidas são cotidianas, em que o número de horas deve ser otimizado, envolvendo a maioria das vezes a mão de obra familiar para as atividades de preparo da terra, plantio, colheita, controle de pragas, dentre outras atividades (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HORTICULTURA, 2013).

É pertinente lembrar que a mão de obra exercida na unidade agropecuária, assim como o incentivo à agricultura familiar, se torna relevante, pois é uma forma de fortalecer a produção de gêneros alimentícios da dieta básica da população e

alavancar um maior desenvolvimento econômico (TEODORO et al., 2005). Segundo Rezende et al. (2005), a mão de obra representa também a maior proporção de custos de operações; desta forma, justifica-se pela necessidade de ter eficiência nesse insumo, para um menor custo e uma melhor produção.

Logo temos a importância de se ter a avaliação da eficiência nos sistemas produtivos, no que tange a utilização de insumos, sendo um dos mais importantes temas em gestão de qualquer negócio ou unidade, pois é cada vez mais importante no combate a desperdícios num contexto de recursos cada vez mais escassos e alta competitividade. No setor agropecuário isto não poderia ser diferente, pois as unidades precisam cada vez mais se preocupar em quão eficientes são em seus processos de transformação de insumos em produtos (MACEDO et al., 2007).

2.4 Gestão agropecuária e eficiência produtiva

A eficiência representa a comparação dos resultados alcançados com os recursos utilizados. Quanto mais resultados obtidos para uma determinada quantidade de recursos disponíveis, maior é a eficiência organizacional. De outra forma, a eficiência compara o que foi produzido, dado os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos (SOARES MELLO et al., 2005).

Segundo Belloni (2000), a eficiência produtiva é componente físico referente à habilidade de evitar desperdícios, produzindo tantos resultados quantos os recursos utilizados permitirem, ou, utilizando o mínimo possível de recursos para aquela produção, mantém as quantidades de recursos orientados para a economia obtendo os mesmos níveis de produção. Assim, a finalidade é a eliminação das fontes de ineficiência para obter ganhos de produtividade. Sob a ótica da nova administração contemporânea, a área da pesquisa operacional é a que melhor circunscreve esse ambiente complexo, pois há um grande avanço no desenvolvimento de técnicas para análise de eficiência. Assim, o estudo da eficiência trata da relação entre *input* (recursos ou insumos ou ainda indicadores a serem minimizados) e *output* (produtos ou indicadores a serem maximizados) do mesmo sistema de macro atividades (VARIAN, 1992).

Porém, com esta variedade de fatores de decisão faz-se necessário o uso de métodos e técnicas que possam proporcionar aos gestores uma melhor compreensão da performance organizacional de uma empresa ou unidade produtiva. Este desempenho pode ser medido unidimensionalmente ou multidimensionalmente, através da comparação entre os valores observados na unidade sob análise e os valores ótimos, no que se referem seus *outputs* e *inputs* (MACEDO et al., 2007).

E dada a importância do desenvolvimento agropecuário nas diferentes regiões, temos o conceito de eficiência como relevância para descrever o desempenho de uma empresa ou de uma unidade de produção. Sendo assim, avaliar a eficiência tem importância tanto para fins estratégicos, quanto para o planejamento e para a tomada de decisão, contribuindo também às políticas públicas voltadas ao setor (GOMES, 2003). Torquato et al., (2009) comenta que unidades produtoras, em seus respectivos municípios, devem sempre estar associadas à eficiência operacional que, ao ser alcançada, permite a obtenção de produtos com menor consumo de recursos, o que pode levar, por sua vez a uma maior margem de lucro e crescimento para a região.

De acordo com Madalozzo (2003) produtores que tiverem a visão da importância da gestão, conseguirão provavelmente, também, os melhores resultados, porque as propriedades ou unidades agropecuárias que se tornarem empresas rurais, baseadas na visão global da organização, terão maiores possibilidades de obter, além de produtividade mais alta, uma maior rentabilidade. O autor também enfatiza que, atualmente o grande desafio dos profissionais do meio rural e demais profissionais que atuam no setor é mudar a forma de trabalhar, buscando maior eficácia e eficiência.

De acordo com Lindsay (1982), com uma visão mais restritiva, descreve o conceito de desempenho somente com as dimensões da eficácia e da eficiência. Eficácia, relacionada com a extensão com que as metas e objetivos são alcançados, e eficiência, que diz respeito às relações entre recursos utilizados e alcançados. Mas segundo Guzmán (2003), somente compreender a eficiência ou eficácia separadamente não é o suficiente. Isso porque esses conceitos estão estreitamente relacionados, sendo possível, em muitos casos, estabelecer relações de causa e efeito. Entretanto a diferença entre ambos os termos é muito difícil de ser realizada.

Em suma, a propriedade agrícola nada mais é que uma empresa, e quando discutimos o desempenho de uma empresa é comum descrevê-la como sendo mais

ou menos eficiente ou mais ou menos produtiva (LOVELL, 1993). E segundo Costa et al., (2013) essa questão pode ser analisada na ótica da atividade agropecuária devido à importância dessa atividade para a economia de alguns países, principalmente em aspectos relacionados a geração de renda e emprego, sendo fundamental conhecer os fatores decisivos dessa atividade. Isso porque, além da importância econômica, esses fatores determinantes impactam em questões sociais e políticas, e o seu conhecimento fornece vantagens competitivas para os tomadores de decisões.

2.5 Eficiência e análise DEA

De acordo com Farrell (1957), existem duas abordagens tradicionais para a determinação da eficiência de uma unidade produtiva: a abordagem paramétrica e a abordagem não paramétrica. Os modelos paramétricos podem ser definidos como modelos descritos a partir da equação linear, dados seus coeficientes (SOARES MELLO et al., 2005). Já os modelos não paramétricos podem ser definidos como modelos que não apresentam coeficientes e só apresentam dados após a resolução do problema, sendo baseados na programação matemática e têm o objetivo de construir fronteira de produção (SENGUPTA, 1989). A vantagem do método não paramétrico é a sua flexibilidade, já que se adapta a sistemas com múltiplos insumos e produtos e impõe menos restrições quanto à tecnologia de produção, evitando restrições desnecessárias sobre a função de produção, o que poderia afetar a análise e distorcer as estimativas da eficiência.

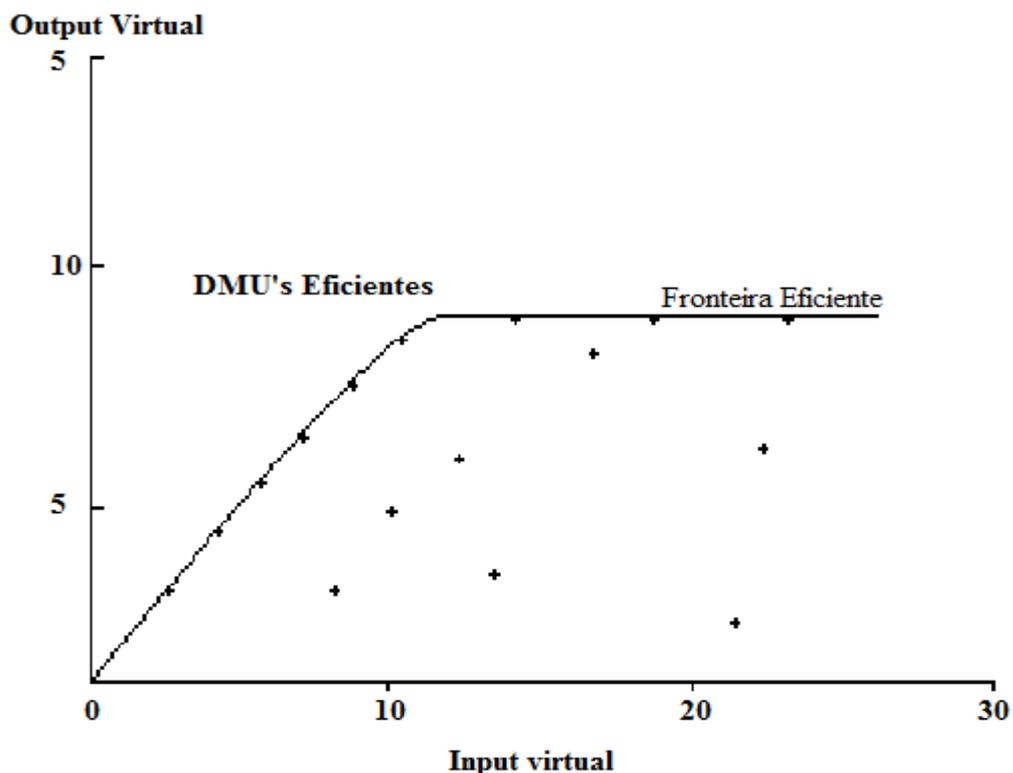
Ainda assim, os modelos não paramétricos apresentam características que são peculiares comparativamente aos modelos paramétricos, tais como: podem analisar vários insumos e produtos; o tamanho da amostra deve ser pequeno para interpretações melhores; e a seleção da amostra deve estar altamente correlacionada para obter informações mais precisas.

Para mensurar índices da eficiência técnica, com um auxílio de programação linear matemática não paramétrica, Charnes et al. (1978), formularam a *Data Envelopment Analysis* - DEA (Análise envoltória de Dados), constituindo-se da geração envoltória dos planos de produção observados, pertencentes a uma fronteira de produção, que são eficientes tecnicamente e seus níveis de consumo e

de produção são ótimos. A técnica DEA verifica se cada unidade opera de maneira adequada ou não, relativamente a um elenco específico de recursos utilizados e de resultados obtidos, em comparação com unidades consideradas similares por seus administradores, sem a necessidade de conhecer a priori qualquer relação de importância (pesos) entre as variáveis consideradas.

Segundo Banker et al. (1984) citado por Silva (2002), a característica fundamental da abordagem do DEA é a construção de uma fronteira com segmentos lineares – fronteira de melhor prática – usando firmas “reais” em seus pontos extremos e firmas virtuais ou compostas por suas combinações convexas. Esta fronteira de produção deve ser tal que as firmas eficientes estejam sobre ela, enquanto as ineficientes fiquem abaixo, conforme Figura 1.

Figura 1 - Fronteira de produção (eficiência).



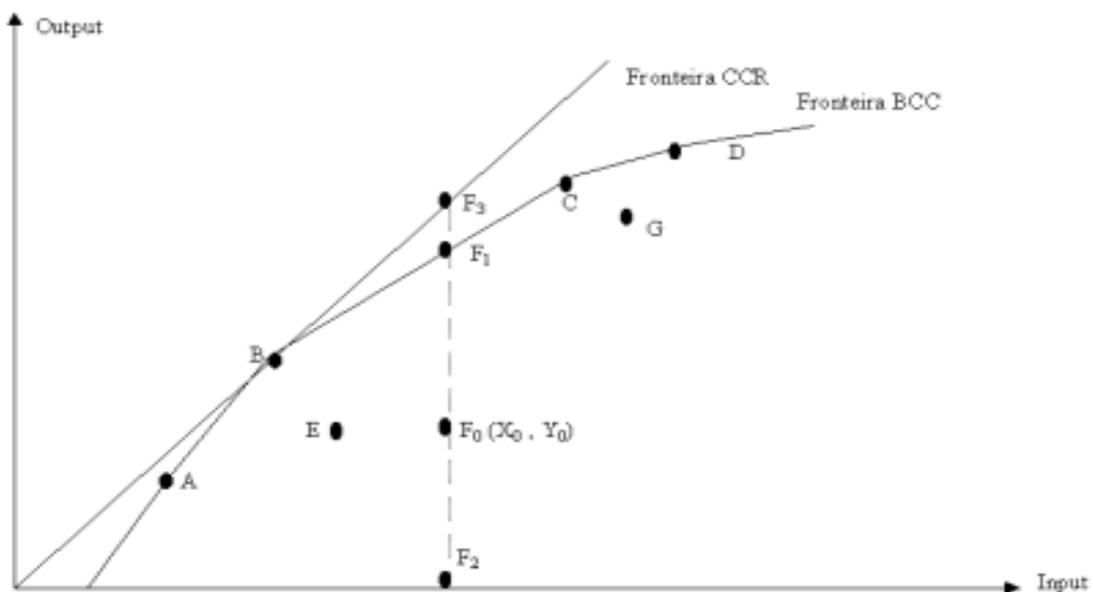
Fonte: Adaptado de Gomes (2003).

Na metodologia DEA existem dois modelos, em que Charnes et al. (1978) propuseram um modelo com orientação insumo e retorno constante de escala (CCR), correspondente ao acrônimo do nome dos autores, também chamado do inglês CRS (*constant returns to scale*) devido à natureza dos retornos, sendo base

para os demais modelos. Sequentemente Banker et al., (1984) propuseram um modelo com retornos variáveis à escala, sendo chamado de BCC, novamente devido às iniciais de seus nomes, podendo ser encontrado também como VRS (*variable return to scale*) com retorno a escala variável.

A Figura 2 ilustra um exemplo hipotético de construção de fronteiras de eficiência utilizando os modelos do DEA. O modelo CCR admite uma fronteira de eficiência com retornos constantes de escala, ou seja, uma reta passando pela origem dos eixos cartesianos, e o modelo BCC admite retornos variáveis de escala. As supostas unidades A, B, C, D e F1, localizadas sobre a fronteira do modelo BCC, são eficientes nesse modelo. Entretanto, a unidade F3 é eficiente no modelo CCR, mas não faria parte da amostra analisada no modelo BCC, pois nenhuma unidade pode estar localizada acima da fronteira de eficiência de nenhum modelo. Já as unidades E, F0, F2 e G não são eficientes em nenhum dos dois modelos, pois estão localizadas abaixo das fronteiras. Assim, de acordo com o modelo CCR, a unidade F0 poderia expandir a sua produção (*output*) até o nível de produção da suposta unidade F3, sem aumentar o uso de recursos (inputs) fixado no mesmo nível da unidade F2. No modelo BCC, a mesma unidade F0 poderia expandir a sua produção até o nível de produção da unidade F1, gastando apenas os recursos despendidos por F2.

Figura 2 - Eficiência nos modelos CCR e BCC.



Fonte: Adaptado de Banker (1984).

O Uso do DEA para medir a eficiência relativa de unidades produtivas, tem-se mostrado bastante atrativo em diversos setores de aplicação. O emprego de modelos DEA em agricultura pode apoiar as decisões dos agricultores, ao indicar as fontes de ineficiência e as unidades que podem servir de referência às práticas adotadas (*benckmarks*) (GOMES et al., 2003).

Entretanto, de acordo com Dyson et al. (2001), vale ressaltar que para a avaliação das unidades (DMU's), existem inúmeras questões que dificultam a aplicabilidade do DEA, apresentando "ciladas" que devem ser identificadas, obtendo-se assim protocolos para melhor aplicação e interpretação da técnica. Neste sentido, algumas limitações da técnica DEA podem ser listadas, dentre as quais: à medida que cresce o número de variáveis, aumenta também a chance de mais unidades alcançarem o desempenho máximo; por constituir de uma técnica não paramétrica, torna-se difícil formular hipóteses estatísticas; e o DEA apenas analisa o desempenho "relativo", convergindo muito vagarosamente para o desempenho "absoluto", pelo fato de estar baseado em dados observados e não no ótimo ou no desejável (DYSON et al., 2001).

De acordo com Gomes et al., (2001) o objetivo primário de DEA consiste em comparar um certo número de DMU's que realizam tarefas similares e se diferenciam nas quantidades de inputs que consomem e de outputs que produzem. Destaca-se também a identificação de DMU's eficientes, mensura e localizar a ineficiência; determina a eficiência relativa das DMU's, contemplando cada uma, relativamente a todas as outras que compõem o grupo a ser estudado; subsidia estratégias de produção que maximizem a eficiência das DMU's avaliadas, corrigindo as ineficientes através da determinação de alvos, permitindo a tomada de decisões gerenciais.

Atualmente vem sendo difundida mundialmente com diversos trabalhos aplicando a metodologia DEA, avaliando o desempenho de instituições e organizações. No Brasil, Helfand (2003) teve como objetivo identificar a eficiência técnica na agricultura no Centro-Oeste do Brasil, concluindo que a eficiência está ligada ao acesso a serviços públicos e tamanhos das propriedades, sendo relevantes para técnicas de eficiência.

Analisando a eficiência técnica no setor agropecuário de 11 microrregiões do Estado do Mato Grosso do Sul, em relação à produção agropecuária, Santos et al.

(2010) dizem que estabelecimentos com processos produtivos que geram maior valor exigem maiores gastos, porém, geram maior retorno. Apesar de gastarem mais, esses estabelecimentos são tecnicamente mais eficientes do que aqueles que gastam pouco, porém produzem menos e, conseqüentemente, possuem menor receita.

Marques Júnior et al. (2012) avaliou o desempenho da produção agrícola dos municípios paraibanos com a técnica DEA utilizando: número de engenheiros, número de técnicos, área, população urbana e rural e a produção nos municípios. Concluiu que foi possível identificar que os municípios que possuem melhores índices pluviométricos foram os que se destacaram na fronteira de eficiência gerada, servindo como ferramenta para o governo estadual potencializar a produção de municípios eficientes e elevar a produtividade dos municípios ineficientes. Demonstrou ao governo federal a importância da transposição do Rio São Francisco para alavancar a agricultura e outros setores produtivos em cidades que possuem clima semiárido.

Um levantamento feito por Gomes (2008) no Brasil sobre o uso de DEA na agricultura mostrou que, as variáveis utilizadas na modelagem da análise de eficiência (DEA) representam na maioria dos casos, as relações clássicas de capital e trabalho. Geralmente como inputs, os mais utilizados são mão-de-obra (familiar e/ou contratada), área usada na atividade agrícola, capital (insumos agrícolas fertilizantes, pesticidas, sementes, medicamentos, ração, máquinas e equipamentos). Como outputs, ou produtos do modelo DEA, geralmente são utilizadas a produção animal e/ou vegetal. As variáveis são expressas em unidades físicas de medidas ou em unidades monetárias.

Com base nessas informações, podemos dizer que o uso de DEA para mensurar eficiência relativa de unidades produtivas – em municípios ou regiões - tem-se mostrando bastante atrativo em diversos setores de aplicação. Aplicações dessa abordagem em agricultura podem apoiar as decisões de gestores, ao indicar as fontes de ineficiência e as unidades que podem servir de referências às práticas adotadas (GOMES, 2003).

Uma ferramenta que o gestor também pode utilizar é a análise multivariada com a finalidade de conhecer a priori o comportamento dos seus dados. Com a análise dos agrupamentos, técnica que visa avaliar e explorar as semelhanças entre unidades pode-se definir o número de grupos, considerando de maneira simultânea

todas as variáveis notadas em cada unidade. Tendo a informação do número de grupos e características das variáveis utilizadas pelas unidades, a análise da eficiência produtiva permite atender as especificidades tecnológicas e limitações para mudanças no sistema produtivo de uma unidade agropecuária. A análise multivariada juntamente com a análise de eficiência já vem sendo utilizada, onde Sousa et al., (2012) avaliando o desempenho técnico dos produtores de leite no Estado de Goiás em curto e longo prazo, utilizaram a estatística multivariada para formação de grupos de produtores e o modelo de análise envoltória de dados (DEA) para a estimativa de escores de eficiência e identificação de pontos de referência. O estudo possibilitou intervenções técnicas diferenciadas, permitindo a consolidação de condições de sustentabilidade a partir das reais necessidades de incorporação tecnológica dos produtores.

2.6 Estatística multivariada: Técnicas de análise de agrupamento e componentes principais

Para análise de dados o pesquisador dispõe de dois métodos estatísticos, a multivariada que observa as variáveis de maneira conjunta, e a estatística univariada que olha as variáveis de maneira isolada. A estatística multivariada tem caráter exploratório, estudando o comportamento de três ou mais variáveis simultaneamente, auxiliando o pesquisador a tomar melhores decisões em relação ao conjunto dados analisados.

E dentro da estatística multivariada temos a análise fatorial em componentes principais e análise de agrupamento hierárquico. A análise fatorial segundo King (2016) é quando existem muitas variáveis observadas cujo objetivo é gerar fatores subjacentes não observados. Isto é, a principal função das diferentes técnicas de análise fatorial é reduzir uma grande quantidade de variáveis observadas em um número menor de fatores (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010). E uma das técnicas de extração desses fatores é a dos componentes principais, onde a variância a ser considerada para a extração dos fatores é a variância total, resumindo empiricamente o conjunto de dados (TABACHINICK; FIDELL, 2007).

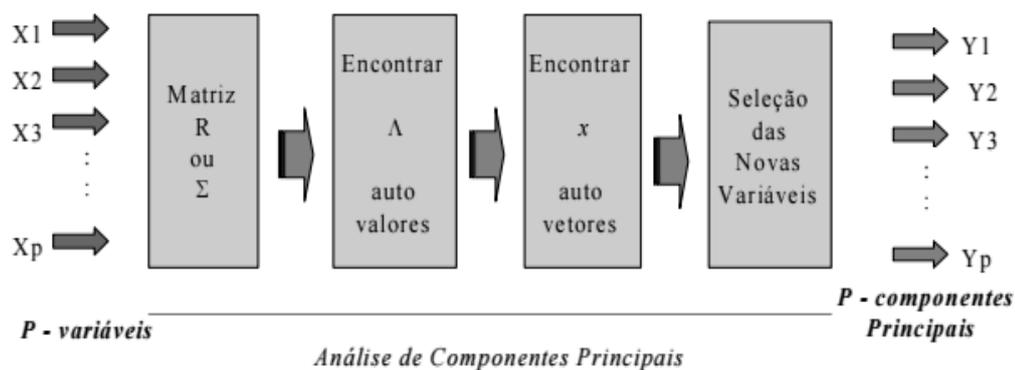
De acordo com Olivette (2005), a análise dos componentes principais permite compreender um determinado problema e a estrutura das correlações existentes

entre um grande número de variáveis, reconhecendo as suas dimensões separadamente, por meio de um conjunto de fatores para determinar até que ponto a variável é elucidada. Nessa análise a informação contida nas variáveis originais é transformada em variáveis latentes ortogonais que por sua vez é uma combinação linear das variáveis originais criadas com os dois maiores autovalores da matriz de covariância dos dados (HAIR, 2005).

E essas novas variáveis latentes ortogonais criadas são os componentes principais. Hoffmann (1999) cita que, na análise de um problema é comum utilizar apenas os primeiros componentes principais, aos quais normalmente corresponde grande parte da variância das variáveis. Porém existe perda de alguma informação quando substituímos as diversas variáveis por um número menor de componentes, mas por outro lado os benefícios são óbvios quando substituímos um número relativamente grande de variáveis, por um número relativamente pequeno de variáveis (componentes principais) não correlacionadas.

A Figura 3 ilustra como funciona a aplicação da análise dos componentes principais, em que se tem a entrada da informação original contida em p variáveis, sendo necessário calcular a matriz de variância-covariância (Σ) ou a matriz de correlação (R), encontrar os autovalores e os autovetores e em seguida a seleção das combinações lineares que serão as novas variáveis, designadas de componentes principais (SOUZA, 2000).

Figura 3 - Esquema da análise dos componentes principais.



Fonte: Souza (2000).

Já a análise de agrupamento hierárquico (*cluster analysis*) é utilizada quando se pretende explorar as similaridades entre indivíduos ou entre variáveis, os discriminando em grupos, considerando de forma simultânea, no primeiro caso, todas as variáveis observadas em cada indivíduo e, no segundo todos os indivíduos nos quais foram feitas as mesmas medidas. Essa técnica visa agrupamentos homogêneos de itens, representado por pontos num espaço n -dimensional em um número apropriado de grupos, os relacionando através de coeficientes de similaridade ou de distância (LANDIM, 2000, citado por FIRETTI, 2010).

Segundo Sneath e Sokal (1973) essa análise de clusters é um problema de otimização, em que se pretende de maneira geral maximizar a homogeneidade de objetos ou indivíduos dentro dos grupos, e, maximizar a heterogeneidade, ou seja, a diferença entre os grupos formados. Souza (2005) avalia que essa análise revela uma série de procedimentos estatísticos sofisticados, que podem ser utilizados para classificar objetos e pessoas sem preconceitos, de maneira a observar somente as semelhanças e dissemelhanças entre os clusters, sem definir de antemão critérios de inclusão em qualquer agrupamento. Ou seja, são procedimentos de estatística multivariada que tentam ordenar um conjunto de indivíduos em grupos relativamente iguais e homogêneos internamente.

A representação gráfica dos grupos é feita numa estrutura de árvores denominada dendrograma. Assim interpretando o gráfico e escolhendo uma altura de "corte" a uma determinada distância euclidiana é possível determinar o número de grupos formados, onde Aleixo e Souza (2001), conhecendo a classificação, obtêm-se os grupos de indivíduos (propriedades rurais), o que possibilita verificar os parâmetros que esclarecem as características homogêneas dentro de um grupo e também as principais diferenças entre eles.

Analisando as similaridades entre os municípios do Pontal do Paranapanema em função das variáveis relacionadas à agropecuária, Firetti et al. (2010) utilizaram técnicas da análise multivariada, como a análise de agrupamento e componentes principais. O resultado proporcionou a formação de grupos que se distinguiram em relação à agricultura familiar, montante de crédito agrícola, baixa participação da agropecuária no PIB, pecuária leiteira e vínculos empregatícios na agropecuária, produção agrícola de grãos e produtos para a indústria e avicultura. Os resultados obtidos evidenciaram as disparidades entre alguns municípios da região de estudo.

Reis et al., (2010) estudando a caracterização socioeconômica dos municípios que apresentam características e potenciais comuns na bacia do rio Doce, também realizaram a análise dos componentes principais e análise de clusters. O estudo realizado pelos autores possibilitou a identificação de informações preliminares relevantes que contribuem para a formulação de políticas públicas e privadas com o foco do desenvolvimento regional dos municípios analisados.

Portanto a estatística multivariada tem se mostrado atrativa para análise de municípios, a fim de conhecer a priori o comportamento das variáveis utilizadas, permitindo determinar tipologias analíticas e estruturas homogêneas internamente. Assim, no intuito de propor medidas quanto ao uso eficiente dos principais fatores de produção, o objetivo do trabalho foi analisar a eficiência agropecuária de treze municípios pertencentes ao EDR de Andradina, estado de São Paulo, por meio da análise multivariada e envoltória de dados.

3 METODOLOGIA

Os dados utilizados nessa pesquisa foram provenientes do banco de dados do *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – cidades, em relação ao Censo Agropecuário 2006, e do *site* do Governo do Estado de São Paulo em relação à Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) – portal LUPA (Levantamento censitário das unidades de produção agropecuária do Estado de São Paulo), como referência o ano agrícola de 2007/2008.

A amostragem foi delimitada ao Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Andradina (Figura 4), região Noroeste do Estado de São Paulo, sendo composta por treze municípios, dentre eles: Andradina, Bento de Abreu, Castilho, Guaraçaí, Ilha Solteira, Itapura, Lavínia, Mirandópolis, Murutinga do Sul, Nova Independência, Pereira Barreto, Suzanápolis e Valparaíso.

A sede da EDR (Andradina) dista cerca de 600 km da capital, e seus 13 municípios possui uma área de 716.431,7 ha, e de acordo com a classificação de Koppen o clima é considerado Aw (clima tropical com chuvas no verão), com índice pluviométrico anual médio de 1.250 mm, sendo distribuído entre os meses de novembro a março, com períodos mais secos entre maio a agosto. A temperatura média oscila entre máxima de 35°C e mínima de 10°C (ARAÚJO, 2008).

utilização das mesmas entradas e saídas, ser homogêneas e ter autonomia na tomada de decisões. No que se referem às variáveis, cada uma destas deve trabalhar na mesma unidade de medida em todas as DMU, mas pode estar em unidades diferentes das outras.

Ao todo foram utilizadas quatro variáveis para analisar a eficiência agropecuária da microrregião de Andradina. Dessas, três variáveis correspondem aos insumos, ou seja, os *inputs* ($X = 3$), sendo elas: terra, trabalho e capital. Para a variável produto, constituindo o *output* ($Y = 1$) da análise, foi escolhido o valor produção agropecuária (mil reais), ou seja, o valor obtido da soma entre os valores da produção animal, vegetal, e do valor agregado da agroindústria. Todas essas quatro variáveis foram tomadas para cada município (DMU) analisado.

Para compor a variável terra foi contabilizada a utilização das terras com lavouras permanentes, temporárias e pastagens, em hectare. De acordo com o IBGE (2006), as lavouras permanentes compreendem a área plantada de culturas de longa duração, ou seja, culturas que após a colheita não necessitam de um novo plantio, produzindo por vários anos consecutivos. Já as lavouras temporárias abrangeram as áreas plantadas de culturas de curta duração (via de regra, menor que um ano) que necessitam usualmente de um novo plantio após a colheita. Para as pastagens foram consideradas as áreas naturais (áreas destinadas ao pastoreio de gado, sem terem sido formadas mediante ao plantio), plantadas degradadas (por manejo inadequado ou por falta de conservação) e plantadas em boas condições (áreas destinadas ao pastoreio e formadas mediante plantio).

Em relação a variável trabalho, foi optado pelo número de pessoal ocupado do sexo masculino em estabelecimentos agropecuários, que seria o número de pessoas no estabelecimento que trabalharam em atividades agropecuárias, ou em atividades não agropecuárias de apoio às atividades agropecuárias.

Essa categoria de gênero representou um maior número de pessoas quando comparado ao pessoal ocupado do sexo feminino. De acordo com o Dieese (2014), essa menor presença feminina na ocupação dos estabelecimentos rurais decorre tanto na predominância da família tradicional com chefia masculina, no caso da agricultura familiar, ou em relação à exigência de maior força física (geralmente associada aos homens), em diferentes atividades, cuja remuneração do trabalho é feita por produção.

Para a variável capital foram consideradas as unidades de máquinas e implementos agrícolas utilizados em explorações agrícolas do setor agropecuário, e que fossem comuns para todos os municípios. Essa foi a única variável retirada do banco de dados do portal Lupa, as demais foram provenientes do banco de dados do IBGE cidades, em relação ao Censo Agropecuário 2006. As unidades de máquinas e implementos contabilizados foram: arado comum (bacia, aiveca), arado subsolador, desintegrador (picador/triturador), distribuidor de calcário, grade aradora (tipo romi), grade niveladora, ordenhadeira mecânica, pulverizador tratorizado, semeadeira/adubadeira para plantio convencional, semeadeira/plantadeira para plantio direto e trator de pneus.

Inicialmente foram realizadas análises exploratórias multivariadas como ferramenta para elucidação da avaliação de eficiência investigada nesse trabalho, com o propósito de descrever e simplificar os dados a priori, identificando as relações entre as unidades (municípios) pertencentes ao EDR de Andradina. Para a análise multivariada, considerou-se cada DMU um acesso, sendo cada qual representada pelo valor das quatro variáveis (terra, trabalho, capital, valor da produção agropecuária), formando assim uma matriz de treze linhas (acessos) por quatro colunas (variáveis *inputs* e *output*). Os dois métodos estatísticos multivariados aplicados foram: análise de agrupamentos hierárquicos e análise dos componentes principais. Para proceder às análises multivariadas, foi necessária a padronização das variáveis, em que cada uma ficou com a média 0 e a variância 1.

A análise de agrupamentos hierárquicos (SNEATH; SOKAL, 1973) foi realizada calculando-se a distância euclidiana entre os acessos, para o conjunto das quatro variáveis (terra, trabalho, capital, e valor da produção) para obtenção dos agrupamentos de acesso similares, sendo utilizado o algoritmo de Ward de variância mínima que minimiza o quadrado da distância euclidiana às médias dos grupos. Esse método tem como cálculo da distância a soma de quadrados entre os dois grupos feitos sobre todas as variáveis. Em cada estágio do procedimento de agrupamento, a soma interna de quadrados foi minimizada sobre todas as partições que podem ser obtidas pela combinação de dois grupos do estágio anterior. O objetivo principal dessa análise foi repartir os indivíduos em grupos homogêneos, de modo que cada grupo seja bem diferenciado. A análise de componentes principais (ACP) foi empregado para sintetizar a maior quantidade da informação original contida em p variáveis ($p=4$) em duas variáveis latentes ortogonais, denominadas

componentes principais, que são combinações lineares das variáveis originais criadas com os dois maiores autovalores da matriz de covariância dos dados (HAIR, 2005). Desta maneira, o conjunto inicial de quatro variáveis passou a ser caracterizado por duas novas variáveis latentes, o que possibilitou sua localização em figuras bidimensionais, formando um gráfico biplot. O ajuste desta análise foi verificado pela quantidade da informação total das variáveis originais guardada pelos componentes principais que mostram autovalores superiores à unidade (KAISER, 1958).

Na segunda etapa do trabalho, foi realizada avaliação de eficiência por meio da Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) para classificar as DMU's em eficientes e ineficientes. A metodologia DEA utilizada mensurou classes de eficiência variando de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior a eficiência, e valores de eficiência iguais a 1 significam que a DMU é um modelo ou referência para as demais unidades, ou seja, é um *benchmarking*. No caso, os municípios que atingirem o valor 1 podem servir de apoio a propostas de melhorias, bem como o fortalecimento ou aprimoramento de políticas públicas para o fortalecimento de atividades agropecuárias dos demais municípios da região.

Com base nos conceitos de fronteiras eficientes da metodologia DEA para cada DMU, pode-se formular um modelo baseado em uma reta (modelo CCR) ou uma curva (modelo BCC). No primeiro caso, permite uma avaliação objetiva da eficiência global, além de possibilitar a identificação das fontes e viabilizar estimativas de montantes das ineficiências identificadas (KASSAI, 2002). Já no segundo caso, o BCC propõe uma restrição ao CCR e possibilita a determinação da eficiência de escala, identificando assim a presença de ganhos de escala crescentes, decrescentes e constantes (KASSAI, 2002; SOUZA; WILHELM, 2009). A formulação matemática do modelo CCR pode ser expressa conforme segue:

$$\max h_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{jo}$$

sujeito à:

$$\sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \quad k = 1, \dots, n$$

$$u_j, v_i \geq 0 \quad \forall i, j$$

Em que: h_o é a medida radial de eficiência técnica; y_i é o valor do *output* i ; x_j é o valor do *input* j ; l_k é a importância da DMU k como referência para DMU 0.

A formulação matemática do modelo BCC-*output* utilizado no presente estudo pode ser expressa da seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \max h_o \\ & \text{sujeito à} \\ & x_{io} \geq \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \quad \forall i, \\ & h_o y_{jo} \leq \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k, \quad \forall j, \\ & \lambda_k \geq 0, \quad \forall k. \end{aligned}$$

Em que: h_o é a medida radial de eficiência técnica; y_i é o valor do *output* i ; x_j é o valor do *input* j ; l_k é a importância da DMU k como referência para DMU 0.

Ainda em relação ao DEA, essa também pode ser classificada de acordo com a orientação desejada, seja *input* ou *output*. No presente trabalho, a orientação foi pelo *output* (maximização de produtos disponíveis, sem alteração no nível de insumos), supondo-se que os municípios são capazes de utilizar várias combinações dos recursos produtivos, podendo obter resultados diferenciados; desta forma, um município é considerado mais eficiente quando consegue obter melhores resultados com o mesmo conjunto de recursos de que dispõe. Esta orientação e modelo previamente selecionado prioriza responder a seguinte hipótese: "Dado o nível de recursos gastos, qual o maior nível de produção (*outputs*) que pode se alcançar mantendo-se o nível dos *inputs* (recursos) constantes?".

Para que a análise realizada pela técnica DEA tenha resultado satisfatório é necessário que o número de unidades de produção seja, pelo menos, duas vezes o número de insumos (X) e produtos (Y), ou seja, $\geq 2(X + Y)$, encaixando-se

perfeitamente na definição de DMU's (ALI; SEIFORD, 1993). Baseando-se neste critério, treze unidades (DMU's) foram consideradas suficientes para que a análise tenha resultado satisfatório. Para a análise DEA foi utilizado o *software* DEAP (*Data Envelopment Analysis Program*), versão 2.1 (COELLI, 1996). As análises estatísticas foram conduzidas no programa STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente são apresentadas a relação de *inputs* e *output* avaliados na análise multivariada e DEA e a estatística descritiva dessas variáveis (Tabela 1). Os resultados mostraram que a média da utilização da terra foi 38.313 ha, com mediana de 31.687 ha e uma amplitude de variação de 63.811 ha por município entre os valores mínimo e máximo. Isso nos dá um indicativo para possíveis diferenças entre as unidades analisadas.

Tabela 1 - Relação de inputs e outputs avaliados na análise multivariada e DEA e estatística descritiva dessas variáveis, correspondentes aos municípios (DMU's) pertencentes ao EDR de Andradina.

Variáveis	Unidade	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Inputs</i>						
Terra	Hectare	38.313	31.687	19.094	13.300	77.111
Trabalho	Nº pessoas s.m.*	1.204	1.134	851	219	3.164
Capital	Nº maq. e imple.**	851	704	577	204	1.971
<i>Output</i>						
Produção (Valor da produção)	Mil reais	27.896	19.306	40.922	2.200	152.947

Nota: *Número de pessoas do sexo masculino, **Número de maquinas e implementos
Fonte: IBGE (2006) e Portal LUPA (2007/2008).

Para a variável trabalho, o número médio de pessoal ocupado do sexo masculino em estabelecimentos agropecuários foi 1.204 pessoas e mediana próxima a média de 1.134 pessoas, com uma diferença de 2.945 pessoas por município entre os valores mínimo e máximo, também evidenciando um distanciamento entre as unidades analisadas. Essa diferença no número de pessoas empregado pode ser justificada devido às modificações tecnológicas em que a agropecuária sofreu nas últimas décadas, após a “revolução verde”. Segundo Vian e Júnior (2010), o surgimento desse novo setor mudou o rumo das técnicas de produção e oferta de produtos agrícolas no mundo, assim como a necessidade de envolvimento de mão de obra na produção agrícola, pois o aumento da produtividade do setor levou à substituição do homem pela máquina, possibilitando o acesso a melhores práticas de produção na agricultura e pecuária.

De acordo com Alisson e Arantes (2016) a produção da agricultura paulista aumentou em mais de 90% nas últimas décadas. Os autores citam que houve uma redução no número de trabalhadores cerca de 30% entre o censo agropecuário de 1970 e o de 2006. Isso ocorreu devido o deslocamento da população de origem rural para os centros urbanos. Os autores ainda citam que a redução do pessoal ocupado não teve reflexo negativo sobre a produção e a produtividade. “Trata-se de uma tendência considerada 'normal' nas regiões desenvolvidas, nas quais menos pessoas produzem mais, devido ao maior aporte de tecnologia”. Essa menor quantidade de trabalhadores se dá pelo aumento da mecanização nas lavouras paulistas.

O mesmo distanciamento pode ser observado em relação a variável capital, que se refere ao número de máquinas e implementos agrícolas utilizados nas unidades. Nota-se uma variação de 1.767 entre os valores mínimo e máximo, evidenciando que existe grandes diferenças de nível tecnológico entre as unidades analisadas, neste quesito.

Para a variável produção foi considerado o valor da produção comercializada, com média de R\$27.896,15 mil reais, mediana de R\$19.306, e amplitude de R\$150.747 mil reais. Nessa variável, nota-se que a mediana não se aproxima da média como nas variáveis anteriores, ou seja, a média pode estar sendo influenciada por valores "muito grandes" ou "muito pequenos". Pode-se dizer que está enviesada para a direita (possui valores grandes como "*outliers*"), pois a média tende a ser maior que mediana.

O valor máximo que está influenciando a média pertence à unidade de Valparaíso o qual obteve o maior valor da produção (R\$152.947 mil reais) (Tabela 1) tendo a cana-de-açúcar como seu principal produto comercializado, sendo evidenciados na Tabela 2 que mostra apenas os três maiores valores de produção de cada unidade.

Tabela 2 - Os três maiores valores de produção de cada município pertencente ao EDR de Andradina.

Unidade	Produto	Valor da produção - Mil Reais
<i>Andradina</i>	Cana-de-açúcar	10.489
	Milho em grão	4.905
	Soja em grão	2.268
<i>Bento de Abreu</i>	Cana-de-açúcar	61.521
	Milho em grão	193
	Ovos de galinhas	83
<i>Castilho</i>	Cana-de-açúcar	9.945
	Leite de vaca	8.463
	Milho em grão	488
<i>Guaraçai</i>	Cana-de-açúcar	14.301
	Leite de vaca	1.196
	Ovos de galinhas	1.134
<i>Itapura</i>	Feijão de cor em grão	1.105
	Cana-de-açúcar	435
	Milho em grão	439
<i>Ilha Solteira</i>	Milho em grão	1.818
	Cana-de-açúcar	1.180
	Leite de vaca	739
<i>Lavínia</i>	Cana-de-açúcar	4.961
	Ovos de galinhas	760
	Leite de vaca	750
<i>Mirandópolis</i>	Ovos de galinhas	6.671
	Leite de vaca	1.508
	Cana-de-açúcar	1.291
<i>Murutinga do Sul</i>	Cana-de-açúcar	2.321
	Leite de vaca	1.391
	Milho em grão	364
<i>Nova Independência</i>	Cana-de-açúcar	1.199
	Leite de vaca	861
	Milho em grão	424
<i>Pereira Barreto</i>	Cana-de-açúcar	19.613
	Milho em grão	5.108
	Leite de vaca	2.340
<i>Suzanápolis</i>	Cana-de-açúcar	18.739
	Milho em grão	1.099
	Leite de vaca	611
<i>Valparaíso</i>	Cana-de-açúcar	152.046
	Leite de vaca	566
	Milho em grão	302

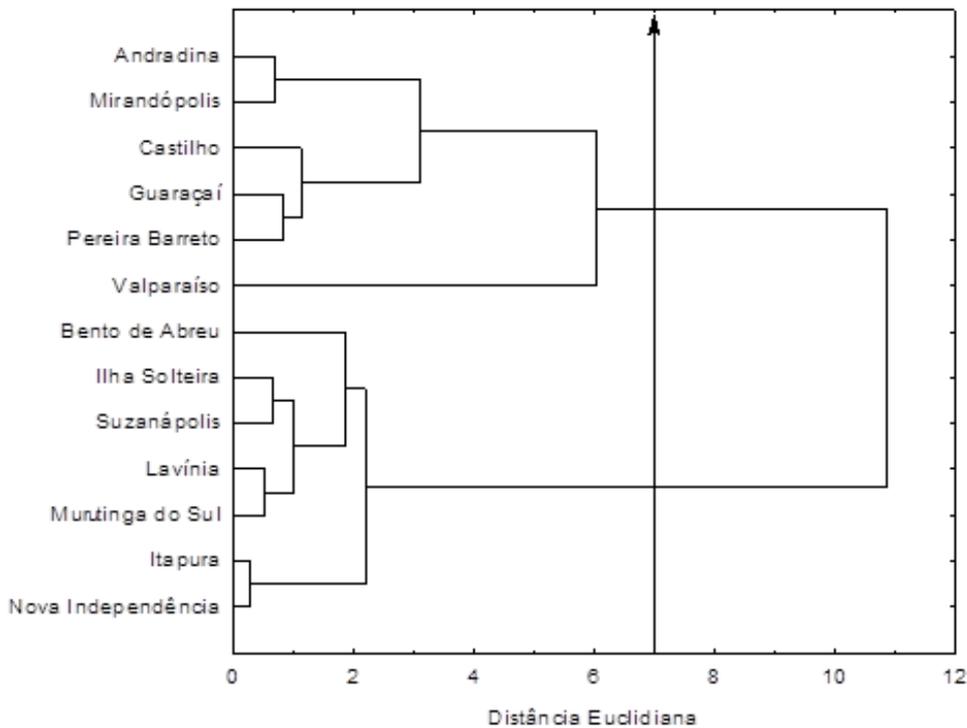
Fonte: IBGE (2006).

As demais unidades apresentaram valores abaixo, tendo a unidade de Itapura representando o valor mínimo da Tabela 1 com o menor valor de produção quando comparada as demais unidades, em que o principal produto comercializado por essa DMU foi o feijão (Tabela 2).

É possível observar que os maiores valores de produção dos municípios pertencentes ao EDR de Andradina são de culturas como cana-de-açúcar, milho e feijão, além de produtos de origem animal como o leite de vaca e ovos de galinhas (Tabela 2). Segundo Alisson e Arantes (2016), a agricultura paulista é concentrada em apenas alguns produtos. A cana-de-açúcar contribuiu com 59,3% seguida pela laranja com 12,6% de participação, do valor da produção agrícola no triênio de 2010 a 2012. Por mais que laranja não possua grande relevância na nossa região, tem seu destaque no cenário paulista. Porém, os autores ressaltam que há de se considerar que essas estatísticas englobam as grandes lavouras. Contudo, ressalta-se que os municípios paulistas possuem floricultura, horticultura e algumas frutíferas, sendo culturas com expressividade no Estado.

Após a estatística descritiva, uma estatística multivariada foi realizada com o caráter exploratório dos dados. No dendrograma (Figura 5) é possível reconhecer dois agrupamentos, considerando o corte a uma distância euclidiana igual a 7. O primeiro cluster, no canto esquerdo superior da imagem, constituiu os acessos Andradina, Mirandópolis, Castilho, Guaraçai, Pereira Barreto e Valparaíso. Nota-se que Valparaíso não possui sub-agrupamento, indicando que exista alguma diferença entre os outros acessos; diferente, por exemplo, de Andradina e Mirandópolis, que pertencem ao mesmo grupo de Valparaíso, porém são agrupados anteriormente por um sub-agrupamento ou sub-cluster.

Figura 5 - Dendrograma resultante da análise hierárquica de agrupamentos.



Fonte: IBGE (2006) e Portal LUPA (2007/2008).

De acordo com Metz (2006), bons agrupamentos são compactos e apresentam alta similaridade, e uma maneira de verificar essa compactação é analisando a altura dos arcos que agrupam os clusters, pois quanto menor a sua altura, mais compactos eles serão. Por outro lado, a junção entre clusters distintos deve apresentar pouca similaridade, portanto, o arco que os une deve ser maior em relação aos arcos que conectam seus sub-agrupamentos.

Em relação aos sub-agrupamentos do primeiro grupo no dendrograma, e analisando dados socioeconômicos no período em que foi realizado o "recorte temporal" desse trabalho, com base no Produto Interno Bruto (PIB) no portal SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados) no ano de 2006, o valor adicionado da agropecuária, ou seja, o valor que a atividade agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo, em milhões de reais foi de R\$ 31,94 milhões para Andradina e R\$ 27,66 milhões para Mirandópolis. Para o subcluster Guaraçaí, Pereira Barreto e Castilho o valor adicionado da agropecuária foi de R\$ 24,28 milhões, R\$ 16,40 milhões e R\$ 18,57 milhões, respectivamente.

Mendes e Rezende (2008) citam que, o ideal seria que os gestores também utilizassem indicadores socioeconômicos no processo da gestão das finanças municipais, na busca pelo crescimento local e regional. Porém, analisando um estudo de caso de um município paranaense perceberam que existem limitações para formação de políticas públicas, com pouca correlação com os indicadores. Os autores ainda mencionam que a análise dos indicadores pode gerar um entendimento das facilidades relacionadas ao planejamento municipal, uma vez que essa avaliação revela a necessidade de elaboração de programas de inovação, relacionada à atividade econômica e à gestão do município.

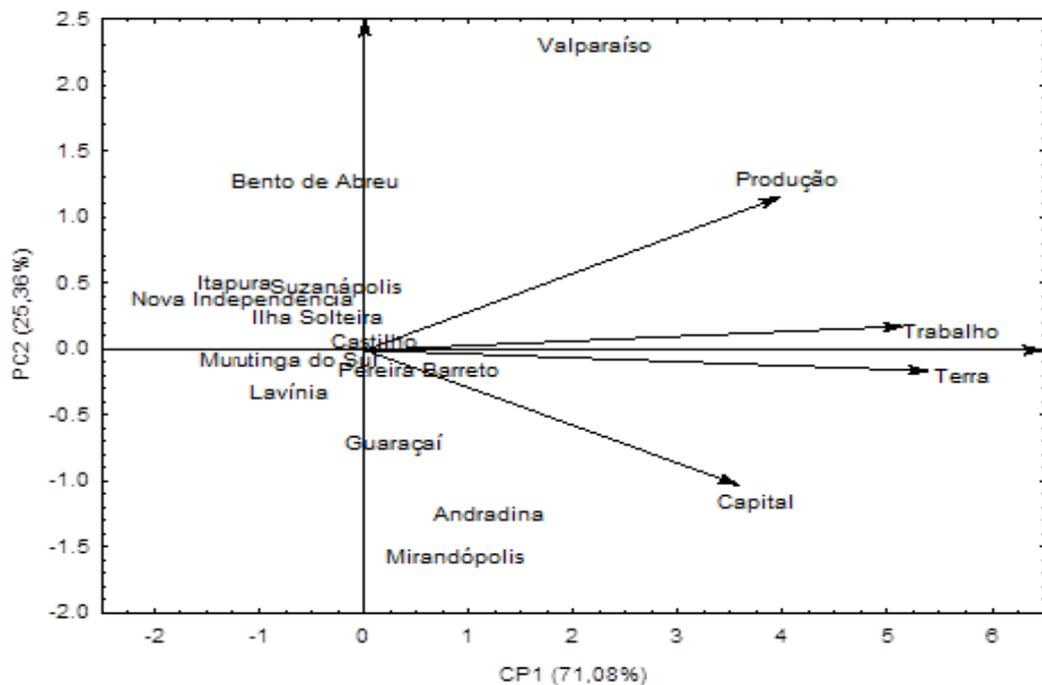
O segundo agrupamento formado foi constituído pelos acessos Bento de Abreu, Ilha Solteira, Suzanápolis, Lavínia, Murutinga do Sul, Itapura e Nova Independência. Os arcos que os unem mostram que existe maior similaridade entre os acessos do segundo cluster quando comparados ao primeiro, devido a menor altura dos arcos que os conectam.

Quando se analisa Ilha Solteira e Suzanápolis como subcluster do segundo grupo, tem segundo o SEADE (2006), o valor do PIB agropecuário em milhões de reais de R\$10,67 milhões referente ao município de Ilha Solteira, e R\$10,82 milhões em relação ao município de Suzanápolis. Em contraste com o acesso que obteve destaque nesse segundo grupo, Bento de Abreu, o qual obteve um PIB referente ao ano de 2006 de R\$ 24,26 milhões de reais. Somente no ano de 2006 segundo dados do IBGE cidades (2006) a área colhida com cana-de-açúcar nesse município foi de 14 mil hectares, com valor da produção de R\$ 38.556,00 mil reais. Já Ilha Solteira no mesmo ano, teve uma área colhida de 656 hectares, e Suzanápolis uma área de 4.025 hectares com cana-de-açúcar, rendendo R\$ 1.573 mil reais R\$ 10.433 mil reais, respectivamente.

Os resultados apresentados pelo dendrograma são reforçados pela análise dos componentes principais (ACP), por meio do gráfico biplot entre os dois primeiros componentes principais (Figura 6). O componente que reteve mais informação (maior variabilidade das variáveis originais) é o componente principal 1 (CP1 = 71,08%). Os dois primeiros componentes principais juntos (CP1 e CP2) captaram 96,44% da variabilidade total do conjunto de dados originais. Dentro do CP1, as variáveis que apresentam o maior poder discriminatório, em ordem de importância, foram: terra (correlação = 0,98), trabalho (correlação = 0,97) e produção – valor da produção (correlação = 0,70). Como as correlações entre CP1 são positivas, indicam

que unidades mais à direita sofrem maior influência dessas características. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Valores mais próximos de 1 (independente do sinal), maior é o grau de dependência linear entre as variáveis.

Figura 6 - Resultado da análise de componentes principais, gráfico de dispersão biplot entre o primeiro (CP1) e o segundo (CP2) componentes principais.



Fonte: IBGE (2006) e Portal LUPA (2007/2008).

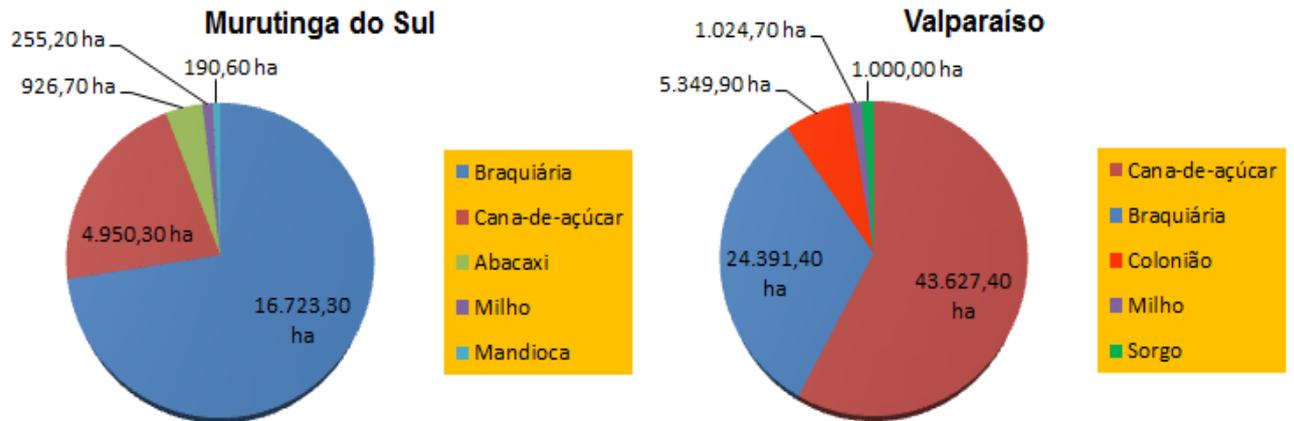
Valparaíso se destacou dos demais acessos, sendo influenciada pelas variáveis produção (valor da produção), trabalho e terra. Segundo dados do Portal LUPA (2007/2008), esse município possuía uma área de 43.627,4 hectares com a cana-de-açúcar, sendo essa sua principal cultura. Possivelmente esse foi um fator para que esse acesso se destacasse dos demais. Analisando o avanço da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo em relação às outras culturas, no período de 2001 a 2006, Camargo et al., (2008) observaram que para a região oeste paulista, tradicional na pecuária de corte apresentou uma retração da área plantada com pastagem cultivada, em que a cana-de-açúcar incorporou cerca de 75,37% da área de pastagem na EDR de Andradina. Para a região oeste somente no período da pesquisa, a área cedida por pastagem cultivada equivaleu a 619.380 ha, significando que, de toda área entregue por essa atividade no Estado de São Paulo, 62%

concentraram-se nesse espaço. Contudo, muitos dos agricultores que mudaram para a atividade canavieira, não possuem máquinas e implementos adequados ao setor (KANEKO et al., 2009).

A CP2 apresentou a variável capital com maior poder discriminatório, com correlação negativa = -0,74 aos acessos na parte inferior do gráfico biplot. A unidade de Murutinga do Sul foi influenciada por essa componente, relação é identificada na Figura 6, significando que possui um maior número de máquinas e implementos agrícolas. De acordo com o portal LUPA (2007/2008), a cultura que possui maior destaque no município é a braquiária com 16.723,3 ha (Figura 7), mas quando confrontado com dados do Censo Agropecuário (2006), foi observado que o valor da produção de leite de vaca, que é uma atividade derivada de produtores alicerçados em culturas forrageiras, no ano nos estabelecimentos agropecuários é de R\$ 1.391 mil reais (Tabela 2). Esse valor de produção acaba não sendo expressivo, quando comparado ao acesso que obteve mais destaque (Valparaíso) em que o valor da produção de cana-de-açúcar acaba sendo superior ao de leite de vaca, motivo pelo qual esse acesso não se sobressaísse em relação aos demais. Lembrando que no ano de 2006, segundo dados do IBGE a área colhida de cana-de-açúcar para Murutinga do Sul foi de 1.759 hectares, com o valor anual da produção de R\$ 6.121 mil reais.

A Figura 7. ilustra o que foi possível ser observado pelo gráfico biplot (Figura 6.), onde Valparaíso possui destaque na área de cana-de-açúcar, como dito anteriormente, fator que proporcionou que a variável produção obtivesse destaque para essa unidade.

Figura 7 - Área cultivada das cinco principais culturas nos municípios de Murutinga do Sul e Valparaíso.



Fonte: Portal LUPA (2007/2008).

Quando contrastamos com Murutinga do Sul, por exemplo, que não foi fortemente representado pela variável produção no gráfico biplot, nota-se que possui uma área bem menor de cana-de-açúcar, e grande parte da área com braquiária, o que se faz presente também nas outras unidades que não obtiveram destaque assim como a unidade de Valparaíso.

Vale lembrar que, a região oeste do Estado teve destacava-se na pecuária em meados dos anos 2000, apresentando intensidade ainda mais significativa na constituição da produção agropecuária, quando comparado ao contexto geral do Estado de São Paulo, pois a pecuária bovina correspondia como a principal atividade para exploração e geração de renda na região (MERETI; COSTA 2002). Porém houve mudanças na estrutura fundiária da dinâmica regional, onde Costa et al., (2004) citam que na região oeste a exploração pecuária sempre esteve ligada a uma forte concentração fundiária. Entretanto, nas últimas décadas houve algumas pressões sociais e institucionais que promoveram questionamentos sobre o modelo fundiário adotado, e potencialmente induzido a revisões nas dinâmicas dos sistemas produtivos das propriedades.

Segundo Mereti e Costa (2002) as mudanças das áreas com pastagens em relação ao total de área dos municípios da EDR de Andradina eram esperadas. Averiguaram-se mudanças na composição da produção agropecuária da região, com reduções na área cultivada e com aumento de produtividade para as culturas de arroz e milho, bem como a eminente expansão da área e produtividade da cultura

de cana-de-açúcar. A cultura passou em 1999 a ocupar a maior área explorada na composição agrícola da região.

A Tabela 3 apresenta os valores de eficiência para os municípios pertencentes ao EDR de Andradina, com orientação *output*. Nota-se que para o modelo adotado para esse trabalho - BCC, que trabalha com uma convexidade, quatro municípios atingiram 100% no retorno variável de escala, sendo esses: Bento de Abreu, Itapura, Nova Independência e Valparaíso, representando 30,77% da amostra.

Tabela 3 - Valores de eficiência para os municípios pertencentes ao EDR de Andradina.

DMU	Escore de eficiência	
	Constante de escala (CCR)	Variável de escala (BCC)
Andradina	19%	20%
Bento de Abreu	100%	100%
Castilho	18%	23%
Guaraçai	23%	24%
Itapura	8%	100%
Ilha Solteira	6%	6%
Lavínia	11%	12%
Mirandópolis	10%	11%
Murutinga do Sul	10%	14%
Nova Independência	10%	100%
Pereira Barreto	27%	29%
Suzanápolis	37%	40%
Valparaíso	100%	100%

Fonte: IBGE (2006) e Portal LUPA (2007/2008).

Bento de Abreu e Valparaíso possuem usinas do grupo Raízen, que se destaca como uma das empresas de energia mais competitivas do mundo. Em Valparaíso se localiza a usina Univalem, a primeira destilaria do oeste do Estado em 1978. Já Bento de Abreu abriga a usina Benálcool, que inicialmente teve a produção de álcool hidratado a extraído da cana-de-açúcar. Teve a incorporação a partir de 1996 a produção de açúcar. Ambos municípios se localizam as maiores áreas produtoras de cana-de-açúcar na região (NOVA CANA, 2016; PROENÇA, 2008).

Já em Itapura, um fator que pode ter contribuído para que essa unidade fosse eficiente é a presença do grupo Damha, que possui forte vocação para o segmento agropecuário. Na fazenda menina, localizada no município possui destaque para as

lavouras de milho e soja, além da pecuária. Apresenta a vantagem de se situar-se em local privilegiado, para a navegação fluvial, formando o corredor Tietê-Paraná, usado para exportação de grãos (BIZZIO, 2015).

As demais DMU's apresentaram baixos índices de eficiência, chegando à faixa de ao máximo 40% de eficiência, no caso de Suzanápolis. Quando comparamos, por exemplo, uma DMU não eficiente como Mirandópolis (11% de eficiência) com a DMU Nova Independência (100% de eficiência) podem realizar as seguintes analogias:

Mirandópolis possui um número de 1.971 máquinas e implementos agrícolas, com uma área de 53.731 hectares (lavouras permanentes, temporárias e pastagens), 1.821 pessoal ocupado (sexo masculino) e um valor da produção de R\$11.514,00 mil reais. Nova Independência possui uma área de 13.300 hectares, com 316 máquinas e implementos agrícolas, um número de 354 pessoal ocupado, com um valor da produção de R\$ 3.010 mil reais. Logo a unidade mais eficiente produz R\$ 0,23 mil reais hectare⁻¹, com o trabalho demonstrando cerca de R\$ 8,50 mil reais homem⁻¹ e o capital R\$ 9,52 mil reais máquina⁻¹. Já a unidade menos eficiente representa cerca de R\$ 0,21 mil reais hectare⁻¹, o trabalho R\$ 6,32 mil reais homem⁻¹ e o capital R\$ 5,84 mil reais máquina⁻¹.

Nota-se que os *inputs* capital, que por sua vez é representado pelo número de máquinas e implementos agrícolas, e o *input* mão de obra, sendo representada pelo pessoal ocupado do sexo masculino, necessitaram de uma redução, pois está ocorrendo um desperdício desses insumos para as unidades não eficientes.

Os resultados encontrados nesse trabalho foram semelhantes ao proposto por Lopes (2014) que, avaliando a ecoeficiência na agropecuária nos municípios brasileiros da região Norte através da análise DEA, e utilizando como *inputs* pessoal ocupado, área total agrícola, insumos agropecuários e capital estimado pela depreciação, e como *output* a variável valor total da produção agropecuária do município, e a partir também de dados do Censo Agropecuário de 2006, concluiu que apenas 5,7% dos municípios analisados foram eficientes. Cita ainda que, o fator terras degradadas foi o que mais prejudicou os municípios ineficientes, tendo que haver uma diminuição desse problema para que os mesmos pudessem se destacar. Ressalta ainda que a causa dessa grande ecoineficiência esteja ligada a enorme heterogeneidade dos sistemas produtivos da região, o atraso tecnológico, a alta ineficiência técnica e a baixa orientação técnica recebida pelos produtores.

A Tabela 4 apresenta os valores de eficiência de escala e a natureza dos retornos, em que apenas Bento de Abreu e Valparaíso atingiram retornos constantes. Isso significa que há um equilíbrio entre *inputs* e *output* operando em suas capacidades ótimas.

Tabela 4 - Eficiência de escala e natureza dos retornos dos municípios pertencentes ao EDR de Andradina.

DMU	Eficiência de escala*
<i>Constante</i>	
Bento de Abreu	1,00
Valparaíso	1,00
<i>Decrescente</i>	
Andradina	0,93
Castilho	0,77
Guaraçai	0,96
Ilha Solteira	0,99
Mirandópolis	0,92
Pereira Barreto	0,93
<i>Crescente</i>	
Itapura	0,08
Lavínia	0,96
Murutinga do Sul	0,70
Nova Independência	0,10
Suzanópolis	0,92

Nota: *Eficiência de escala: CCR/BCC

Fonte: A partir de dados primários do IBGE (2006) e Portal LUPA (2007/2008).

De acordo com Carvalho et al. (2016), quando unidades atingem níveis constantes em relação ao retorno, essas possuem os níveis ótimos ou metas (*targets*) de utilização das variáveis em questão, valores que as demais DMU's devem atingir, isto é, as unidades com retornos constantes servem como referência para a projeção dos demais municípios ineficientes. No caso da análise de eficiência, as unidades modelo seriam aquelas que atingiram retorno constante de escala. Ressalta-se que as DMU's que atingiram natureza constante dos retornos possui sua atividade agrícola voltada quase que exclusivamente a cultura da cana-de-açúcar.

Proença (2008), que caracterizou a produção de cana-de-açúcar e as inovações tecnológicas adotadas por usinas da EDR de Andradina, no período da safra 2003/04 a 2006/07 encontrou uma produtividade média de 83 t ha⁻¹, tendo

Valparaíso com uma produtividade média de 80 t ha^{-1} e Bento de Abreu, por sua vez, que possui uma área menor que Andradina, conseguiu ter uma produtividade média de 85 t ha^{-1} , enquanto Andradina possui uma produtividade de 80 t ha^{-1} . Esses municípios apresentaram produtividades abaixo da média do EDR devido ao fato de não ser oriundas do primeiro corte, que por sua vez conseguem apresentar maiores produtividades. O autor cita também que são nessas três unidades (Andradina, Bento de Abreu e Valparaíso) que se encontram as maiores áreas produtoras de cana-de-açúcar das usinas Gasa, Benálcool, e Univalem.

Porém, os resultados da análise DEA indicam que a DMU Andradina não atingiu eficiência, tendo seu retorno de escala decrescente, junto às DMU's Castilho, Guaraçai, Ilha Solteira, Mirandópolis, e Pereira Barreto. Essas DMU's operam em escala "supraótima", ou seja, quando ocorre desperdício no uso dos insumos (terra, trabalho, capital) para que se obtenha o mesmo retorno produtivo. Pode-se observar que a cultura de destaque para todas essas DMU's, que operaram em escala decrescente, foi a braquiária, indicando a presença de pastagem (LUPA, 2007/2008).

Segundo Borges e Mateus (2012), a região de oeste do Estado de São Paulo possui mais de um milhão de hectares de pastagens, sendo que aproximadamente 70% desta área se encontram em processo de degradação com uma área potencial a ser reformada. Os autores ainda reforçam que uma alternativa para a recuperação dessas áreas, seria a integração agricultura e pecuária. Um exemplo seria colocar 25% desta área de pastagem degradada, áreas que atualmente produzem muito pouco, e em médio prazo essas áreas poderiam estar produzindo 3,82 milhões de toneladas de grãos e 2,3 milhões toneladas em carcaça de carne bovina.

As DMU's que atingiram retorno crescente de escala foram: Itapura, Lavínia, Murutinga do Sul, Nova Independência e Suzanápolis. Essas unidades trabalharam na faixa "subótima", ou seja, abaixo da faixa ótima, necessitando de estímulos dos insumos para aumento da produção. Essas unidades possuem assentamentos em suas composições agropecuárias, mesmo que, na época em que foi realizado o "recorte temporal" desse trabalho, esse processo de reforma agrária ainda era inicial, mas já existiam alguns assentamentos em suas composições, em que se observam a realização de várias atividades (mandioca, milho, feijão, banana e leite de vaca), além da presença da cultura da cana-de-açúcar próxima as unidades, com um maior nível tecnológico aplicado às áreas.

De acordo com Silva (2012), estudando aspectos da Microrregião de Andradina, existe a presença de policultura e a exploração de culturas com custos de produção relativamente baixos e sem exigência de infraestrutura específica. Porém enfrentam fortes limitações relacionadas com a precariedade da infraestrutura disponível, limitações de crédito e com baixa efetividade e qualidade, predominante em grande parte dos serviços de assistência técnica e extensão rural. Uma saída para os produtores é a exploração de circuitos curtos de comercialização, comuns entre os pequenos agricultores da Microrregião. Em adição, é necessária a valorização de políticas governamentais.

A Tabela 5 apresenta os alvos a serem atingidos pela DMU Ilha Solteira, com menor valor de eficiência no modelo BCC (Tabela 3) e que obteve retorno decrescente de escala (Tabela 4), ou seja, necessita de uma redução dos seus índices de insumos, pois está havendo desperdícios dos fatores produtivos. Podemos observar que pode ter diminuição de 44,98% do fator trabalho, referente à mão de obra masculina e 10,76% do número de máquinas e implementos agrícolas de modo a aumentar o valor da produção, e que essa unidade atinja a eficiência, com as demais pelo modelo proposto. Vale lembrar que a presença de folga se refere à quantidade extra que deve ser reduzida, ou seja, onde existe um descarte forte dos insumos.

Tabela 5 - Alvos a serem atingidos pela DMU com menor escore de eficiência no modelo BCC.

Ilha Solteira	Unidade	Dados	Projeção	Folgas	%
Produção (Valor da produção)	Mil reais	4.350,00	67.764,24	63.414,24	1.457,80
Terra	Hectare	31.687,00	31.687,00	0,00	0,00
Trabalho	Nº pessoas s.m.*	1.189,00	654,13	-534,87	-44,98
Capital	Nº maq. E imple.**	446,00	397,99	-48,01	-10,76

Nota: *Número de pessoas do sexo masculino, **Número de máquinas e implementos
 Fonte: A partir de dados primários do IBGE (2006) e Portal LUPA (2007/2008).

Logo, podemos afirmar, com base nas duas análises exploratórias dos dados, assim como a análise de eficiência que a região de Andradina, mais precisamente os municípios pertencentes ao EDR de Andradina possuem níveis tecnológicos diferentes, devido às diferentes culturas presentes nas unidades, ou seja, aquelas que obtiveram destaque possuem quase que exclusivamente a cana-de-açúcar

como a principal atividade agrícola, além da presença de pastagem; por outro lado, algumas áreas se encontram em processo de degradação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estatística multivariada, juntamente com a análise DEA, permitiu observar que apenas 30,77% de treze municípios trabalharam de maneira eficiente no modelo BCC, e apenas dois municípios operam com retornos constante de escala, sendo Bento de Abreu e Valparaíso, que atingiu níveis ótimos da utilização das variáveis em questão, no período abordado. Para se buscar a eficiência nas outras unidades, é necessário que se tenha otimização das áreas, principalmente aquelas ocupadas por pastagens degradadas.

Em relação à utilização do capital, o qual se refere ao número de máquinas e implementos agrícolas, uma alternativa para pequenos produtores que se fazem presente na região, seria o apoio com carta de crédito para aquisição de equipamentos para as unidades agropecuárias. A reorganização dos produtores é uma alternativa para fortalecer canais de comercialização dos produtos agropecuários, para que possam adquirir por meio de associações/cooperativas um maior valor de produção pelas unidades.

A cana-de-açúcar é a cultura de destaque nas unidades eficientes nessa análise, já que o trabalho se trata de um "recorte temporal" e retratou o início de parte de um processo de diferenciação de estrutura produtiva.

Necessário realizar um estudo comparativo quando houver o novo Censo Agropecuário e novo Lupa para verificar o nível de incorporação das áreas de pastagem, principalmente pela cana-de-açúcar.

Outra sugestão para estudos futuros é que se incorpore um maior número de variáveis, para conseguir identificar diferentes níveis sociais e tecnológicos que existem nos municípios pertencentes ao EDR de Andradina.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, S.S.; SOUZA, J.G. Análise de nível tecnológico de produtores de leite: estudo de caso da Cooperativa Nacional Agro-Industrial (COONAI). **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 10, p. 27-36, 2001.

ALI, A. I., SEIFORD, L. M. The mathematical programming approach to efficiency analysis. In: FRIED, H. O., LOVELL, C. A. K., SCHIMIDT, S. S. (Org.). **The measurement of productive efficiency: techniques and application**. New York: Oxford University. Cap. 3, p. 120-159, 1993.

ALISSON, E.; ARANTES, J. T. **Produção da agricultura paulista aumenta em mais de 90% nas últimas duas décadas**. São Paulo: Agência FAPESP, 2016.

Disponível em:

<http://agencia.fapesp.br/producao_da_agricultura_paulista_aumenta_em_mais_de_90_nas_ultimas_duas_decadas/24008/> Acesso em: 01 set. 2016.

ARAÚJO, D.C. **Cultivo do cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.) nas regionais de Andradina e Jales do estado de São Paulo**: tratos culturais, custos e mercados. 119 f. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/106219>>. Acesso: 01 jul. 2016.

ARAÚJO, H. S.; BINI, D. L. C. Composição agropecuária da região de Andradina (2000-2010). **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 10, n. 1, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HORTICULTURA. **A participação da agricultura familiar na produção de hortaliças e o mercado dos orgânicos**. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/Default.asp?id=775>>. Acesso em: 26 set. 2013.

BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some Models for Estimation Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, Catonsville, n. 30, v. 9, p. 1078-1092, 1984.

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

BARROS, J. R. M.; PASTORE, A. C.; RIZZIERI, J. A. Evolução recente da agricultura mineira. In: BARROS, J. R. M.; GRAHAM, D. (Ed.). **Estudos sobre a modernização da agricultura brasileira**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo, 1977.

BELLONI, I. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras**. 2000. 246 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

BERTON, L.H. A gestão financeira das cooperativas paranaenses. **Revista FAE**. Curitiba, n. 3, v. 2, p. 39-45, 1999.

- BIZZIO, M. R. **Condomínios residenciais fechados: a urbanização do Grupo Encalço Damha em São Carlos - SP**. 2015. 151f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2015.
- BORGES, W. L. B.; MATEUS, G. P. Polos regionais noroeste paulista e extremo oeste. Integração lavoura-pecuária. **Pesquisa e Tecnologia**, São Bernardo do Campo, edição especial, n. 1, 2012.
- CAMARGO, A. M. M. P.; CASER, D. V.; CAMARGO, F. P.; OLIVETTE, M. P. A.; SACHS, R. C. C.; TORQUATO, S. A. Dinâmica e tendência da expansão da cana-de-açúcar sobre as demais atividades agropecuárias, Estado de São Paulo, 2001-2006. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 47-66, 2008. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 set. 2008.
- CARVALHO, J. B.; MODENESE, V. S.; SANTANA, V. Z. ;SABBAG, O. J. Análise de eficiência do Programa Aquisição de Alimentos para o território de Andradina e Noroeste Paulista. **Espacios**, Caracas, v. 37, p. 16, 2016.
- CASER, D. V.; TSUNECHIRO, A.; COELHO, P. J.; BUENO, C. R. F.; PINATTI, E.; CASTANHO FILHO, E. P.; BINI, D. L. Valor da produção agropecuária por região, Estado de São Paulo, 2011. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 7, n. 6, junho 2012.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **Cadeia agroindustrial de citros**. Piracicaba: Esalq/USP, 2016. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/citros/cadeia_citros.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **Relatório PIBAgro-Brasil 2014**. Piracicaba: Esalq/USP, 2016. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_PIB_BR_dez14.pdf>. Acesso em: 13 de maio 2015.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 2, p. 429-444, 1978.
- COELLI, T. J. **A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis program**. Armidale: University of New England, 1996. 49 p. (CEPA Working Papers, 08/96).
- COLISTETE, R. P. Regiões e especialização na agricultura cafeeira: São Paulo no Início do Século XX. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 69, n.3, p. 331-354, 2015.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira. **Cana-de-açúcar**, Brasília, DF, v. 2, n. 1, p. 1-28, abr. 2015. (Safra 2015/16, n.1)

COSTA, C. C. de M.; ALMEIDA, A. L. T. de; FERREIRA, M. A. M.; SILVA, E. A. Determinantes do desenvolvimento do setor agropecuário nos municípios. **Revista de Administração**, v. 48, n. 2, p. 295-309, 2013.

COSTA, S.M.A.L.; PROENÇA, E.R.; TARSITANO, M.A.A. Aspectos técnico-econômicos do segmento produtivo da pecuária bovina de corte na região de Andradina, São Paulo. In: XLII Congresso da SOBER (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL), 2004. **Anais...** Cuiabá/MT, 2004.

DIEESE. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. O mercado de trabalho assalariado rural brasileiro. **Estudos e pesquisas**, n. 74, p.1-33, 2014.

DYSON, R. G.; ALLEN, R.; CAMANHO, A. S.; PODINOVSKI, V. V.; SARRICO, C. S.; SHALE, E. A. Pitfalls and protocols in DEA. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 132, n. 2, p. 245-259, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Plantios de cana-de-açúcar crescem em áreas de citricultura em São Paulo**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3394545/plantios-de-cana-de-acucar-crescem-em-areas-de-citricultura-em-sao-paulo>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

EUCLIDES FILHO, K. **Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo – ambiente–mercado**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 61 p. (Documentos, 85).

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, London, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião Pública**, Campinas, v. 16, n. 1, p.160-185, 2010.

FIRETTI, R.; SEREIA, V. J.; OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO FILHO, A. A.; PINATTI, E. Similaridades entre municípios do Pontal do Paranapanema: análise de agrupamento em função de características da agropecuária regional. **Revista de economia agrícola**, São Paulo, v. 57, n. 1, p 19-33, 2010.

FRANÇA, C. G.; GROSSI, M. E. G.; MARQUES, V. P. M. A. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília: MDA, 2009. 96 p.

FRANCISCO, V.L.F.S.; BUENO, C.R.F.; BAPTISTELLA, C.S. A cultura da seringueira no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, p. 1-12, v. 34, n. 9, 2004.

GASQUES, J. G.; REZENDE, G. C.; VERDE, C. M. V.; SALERNO, M. S.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; CARVALHO, J. C. S. **Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil**. Brasília, DF: IPEA, 2004. (Texto para Discussão, n. 1009).

GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; SERAPIÃO, B. P.; LINS, M. P. E.; BIONDI, L. N. Avaliação de eficiência de companhias aéreas brasileiras: uma abordagem por Análise de Envoltória de Dados. In: SETTI, J. R. A; LIMA JÚNIOR, O. F. (Ed.). **Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes**. [S. l. : s. n.], 2001. 2001. v. 2. p. 125-133.

GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; BIONDI, L. N. **Avaliação de eficiência por análise de envoltória de dados**: conceitos, aplicações à agricultura e integração com sistemas de informação geográfica. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. 39 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 28).

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

GONZAGA, D. A. **Resultados e significados do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) para os agricultores familiares de Pereira Barreto (SP)**. 156 f. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.

GRIGIO, A. L. M.; AMARO, V. E.; DIODATO, M. A. Dinâmica espaçotemporal do uso e ocupação do solo, no período de 1988 a 2004, do baixo curso do rio Piranhas-Assu (RN): sugestões de acompanhamento integrado das atividades socioeconômicas impactantes na área costeira. **Geografia**, Rio Claro, v. 34, p. 141-161, 2009.

GUZMÁN, C. A. El Logro del Value for Money en La Gestión Pública: Consideraciones en torno a los indicadores de eficiencia, eficacia y economía. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo, n. 32, p. 99-110, 2003.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. **Análise multivariada de dados**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593 p.

HARDLE, W.; SIMAR, L. **Applied multivariate statistical analysis**. 2. ed. Berlin: Springer, 2007. 486 p.

HELFAND, S. **Os determinantes da eficiência técnica no centro-oeste brasileiro**. In: HELFAND, S.; REZENDE, G. C. (Ed.) Região e espaço no desenvolvimento agrícola brasileiro. Rio de Janeiro: IPEA/NEMESIS, 2003.

HOFFMANN, R. **Componentes principais e análise fatorial**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. 40 p. (Série Didática, 90).

HOJE MAIS. **Lavínia colhe cebola: R\$ 8,00 o quilo no mercado**. Andradina, 2015. Disponível em: <<http://www.hojemais.com.br/app/andradina/noticia/geral/lavinia-colhe-cebola-r-800-o-quilo-no-mercado>>. Acesso em: 01 set. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades@**, censo agropecuário. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estados@**. Brasília, DF, 2015. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sp#>>. Acesso em: 11 abr. 2015.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. Ciclo Pecuário I. Abate de Fêmeas no Rebanho Bovino do Estado de São Paulo. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 9, n. 11, p. 1-6, 2014.

INVESTE SÃO PAULO. **Agência paulista de promoção de investimentos e competitividade**. São Paulo, 2015. Disponível em:
<<http://www.investe.sp.gov.br/setores-de-negocios/agronegocios/cana-de-acucar/>>
Acesso em: 16 maio 2015.

KAISER, H.F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, New York, v. 23, p.187-200, 1958.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in soil science**, New York, v. 1, p. 277-293, 1985.

KANEKO, F.H.; TARSITANO, M.A.A.; RAPASSI, R.M.A.; CHIODEROLI, C.A.; NAKAYAMA, F.T. Análise econômica da produção de cana-de-açúcar considerando-se a terceirização das operações agrícolas: o caso de um produtor. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 266-270, 2009.

KASSAI, S. **Utilização da Análise Envolvente de Dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis**. 350 f. 2002. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

KING, G. **How not to lie with statistics: avoiding common mistakes in quantitative political science**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em:
<<http://gking.harvard.edu/files/mist.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

LINDSAY, A. W. Institutional performance in higher education: the efficiency dimension. **Review of Educational Research**, Thousand Oaks, v. 52, n. 2, p.175-199, 1982.

LOVELL, K. A. C. **Production frontier and productive efficiency**. New York: Oxford University, 1993.

LOPES, B. A. G. **Ecoeficiência na agropecuária: uma aplicação da Análise Envolvente de Dados - DEA nos municípios brasileiros da região Norte**. 2014. 183 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.

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

MACEDO, M.A.S.; STEFFANELLO, M.; OLIVEIRA, C.A. Eficiência combinada de fatores de produção: aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) à produção leiteira. **Custos e agronegócio online**, Recife, v. 3, n. 2, p. 59-86, 2007.

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

MARQUES JÚNIOR, F. D.; ROLIM, A. L.; FONTELLAS, A. C. T.; PEREIRA, W. F.; MARQUES, F. D. Avaliação de desempenho da produção agrícola dos municípios paraibanos, através da Análise Envoltória de Dados (DEA), segundo o modelo BCC. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas. **Anais...Tocantins: CONNEPI**, 2012. p. 1-10..

MARTINELLI, P. A saga da borracha, passada a limpo. **Correio Popular**. [S. l.: s. n.], 2004. Disponível em: <http://www.cosmo.com.br/hotsite/cenarioxxi/2004/01/05/materia_cen_72857.shtm> Acesso em: 02 abr. 2004.

MARTINEZ, A. A. **Borracha**: São Paulo é o maior produtor nacional. [S. l.: s. n.], 2006. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/artigos/borracha/index.htm>>. Acesso em: 15 maio 2015.

MATOS, A. K. V. Revolução verde, biotecnologia e tecnologias alternativas. **Cadernos da FUCAMP**, Monte Carmelo, v. 10, n. 12, p. 1-17, 2010.

MENDES, J. M. G.; REZENDE, D. A. A influência dos indicadores sócio-econômicos na gestão municipal para o desenvolvimento local. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS – ABEP, 16., Caxambú, 2008. **Anais... Caxambú**: [s. n.], 2008. p.1-20.

MERETI, O. B; COSTA, S. M. A. L. Composição da produção agropecuária e renda na microrregião de Andradina (Estado de São Paulo) nos anos 90. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SOCIOLOGIA (ALASRU), 6., Porto Alegre, 2002. **Anais...Porto Alegre: ALASRU**, 2002. p. 1094-1101. 1 CD-ROM.

METZ, J. **Interpretação de clusters gerados por algoritmos de clustering hierárquico**. 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

NOSSO SÃO PAULO. **Andradina – SP**: Terra do “Rei do Gado”. Andradina: [s. n.], 2016. Disponível em <http://www.nossosaopaulo.com.br/Reg_02/Reg02_Andradina.htm>. Acesso em: 01 set. 2016.

NOVA CANA. **Unidade benalcool**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <<https://www.novacana.com/usinas-brasil/sudeste/sao-paulo/unidade-benalcool/>>. Acesso em: 01 set. 2016.

NUNES, S. P. O desenvolvimento da agricultura brasileira e mundial e a idéia de Desenvolvimento Rural. **Conjuntura Agrícola**, Vitória, n. 157, mar. 2007.

OKURA, M. H. H.; TARSITANO, M. A. A.; JORGE, J. L. L.; DINI, T. A. Análise econômica da cultura do abacaxizeiro (*Ananas comosus*) no município de Guaraçai (SP). In: ENCIVI, 2007, Ilha Solteira. **Anais...** Ilha Solteira: Unesp, 2007. p. 1-4. Disponível em <<http://www.feis.unesp.br/Home/Eventos/encivi/iencivi-2007/51-mauro-h.h.o.s..pdf>>. Acesso em: 01 set. 2016.

OLIVEIRA, A. D. P. Produção e renda nos assentamentos rurais da região de Andradina-SP. **InterAtividade**, Andradina, v. 2, n. 2, p. 83-102, 2014.

OLIVETTE, M. P. A.; NACHILUK, K.; FRANCISCO, V. L. F. S. Análise comparativa da área plantada com cana-de-açúcar frente aos principais grupos de culturas nos municípios paulistas, 1996-2008. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 42-59, 2010.

OLIVETTE, M. P. A. **O setor agropecuário no contexto da sustentabilidade: a região oeste do Estado de São Paulo**. 2005. 310 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PETINARI, R. A.; TARSITANO, M. A. A. Comercialização de caju *in natura* na região noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 697-699, 2002.

PINO, F. A.; FRANCISCO, V. L. F. S.; MARTIN, N. B.; CORTEZ, J. V. Perfil da heveicultura no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 30, n. 8, p. 7- 40, ago. 2000.

PROENÇA, E. R. **Caracterização da produção de cana-de-açúcar e de inovações tecnológicas adotadas por Usinas da Regional de Andradina (SP)**. 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 2008.

REIS, P. R. C.; SILVEIRA, S. F. R.; COSTA, I. S. Caracterização socioeconômica da bacia do rio doce: identificação de grupos estratégicos por meio de análise multivariada. In: ENCONTRO MINEIRO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, 2., 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2012. p. 1-21. Disponível em: <<http://www.emapegs.ufv.br/docs/Artigo65.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

REZENDE, B. L. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CATELAN, F.; MARTINS, M. I. E. G. Análise econômica de cultivos consorciados de alface americana x rabanete: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 3, p. 853-858, 2005.

SANDRONI, P. **Novíssimo dicionário de economia**. São Paulo: Editora Best Seller, 1999. 650 p.

SANTOS, C. M.; LEAL, F. D.; FERNANDES, A. S. Eficiência técnica no setor agropecuario das microrregiões do Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO NACIONAL DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SOBER, 2010. p. 1-15.

SANTOS, M. Metamorfoses dos espaços habitados: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia. In: FERNANDES, B. M. **Geografia: teoria e realidade**. São Paulo: Hucitec, 1988.p. 17-20.

SANTOS, R. S. A seringueira e a importância da borracha natural no Brasil e no mundo. **Revista Eletrônica de Ciências**, n. 49, jun. 2011. Disponível em: <http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_49/seringueiras.html>. Acesso em: 15 maio 2015.

SANTOS, V. C.; PEREIRA, M. F. Análise de eficiência técnica para o setor agropecuario dos municípios da AMUSEP. In: CONGRESSO DA SOBER, CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 42., 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, 2004. p. 1-18.

SÃO PAULO (Cidade). **Decreto nº 41.559 de 01 de janeiro de 1997**. Dispõe sobre a estrutura administrativa da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento e dá outras providências. São Paulo, 2015a. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1997/decreto-41559-21.01.1997.html>> Acesso em setembro de 2016.

SÃO PAULO (Estado). **Uma potência chamada São Paulo**. São Paulo, 2015b. Disponível em: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/principal_conheca> Acesso em: 11 abr. 2015.

SÃO PAULO (Cidade). **Roteiro o café e a história da cidade**. Cidade de São Paulo, 2015c. Disponível em: <<http://www.cidadedesapaulo.com/sp/br/o-que-visitamos/roteiros/roteiros-tematicos/roteiro-cafe>>. Acesso em: 15 maio 2015.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo – LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em janeiro de 2016.

SEADE. **Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. PIB (Produto Interno Bruto Anual, 2006)**. [S. l.], 2016. Disponível em <<http://www.seade.gov.br/produtos/pib-anual/>>. Acesso em: 01 ago. 2016.

SENGUPTA, J. K. **Efficiency analysis by production frontiers: the nonparametric approach**. [S. l.]: Kluwe Academics, 1989. 246 p.

SILVA, F. C. **Agricultura familiar em duas microrregiões do noroeste do estado de São Paulo: uma análise comparativa entre as explorações agropecuárias e as políticas públicas dirigidas ao segmento.** 137 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

SILVA, J. L. M. A eficiência técnica na produção de uva e manga na região do vale do São Francisco: uma aplicação de funções fronteiras de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., 2002, Passo Fundo. **Anais...** Brasília: SOBER, 2002. p. 1-14.

SIMÕES, R. **Localização industrial e relações intersetoriais: uma análise de fuzzy cluster para Minas Gerais.** 2003. 198 f. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification.** San Francisco: W.H. Freeman, 1973. 573 p.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B; MEZA, L. A.; GOMES, E. G. et al. Curso de análise de envoltória de dados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado. **Anais...** Gramado: [s. n.], 2005. p.1-28.

SOUSA, L. O.; CAMPOS, S. A. C.; GOMES, M. F. M. Technical performance of milk producers in the state of Goiás, Brazil, in the short and long terms. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 8, p. 1944-1950, 2012.

SOUZA, A. D. P. **Notas de aula, matéria de análise multivariada do Curso de Estatística da Faculdade de Ciências e Tecnologia.** Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista, 2005.

SOUZA, A. M. **Monitoração e ajuste de realimentação em processos produtivos multivariados.** 179f Tese (Doutorado Engenharia de Produção) – Universidade Federal Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SOUZA, G.M. Agropecuária no Estado de São Paulo: Uma análise exploratória dos dados espaciais. **Economia e Pesquisa**, Araçatuba, v. 12, n. 12, p. 70-101, 2010.

SOUZA, P. C. T.; WILHELM, V. E. Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica. **TUIUTI: Ciência e Cultura**, Curitiba, n. 42, p. 121-139, 2009.

STATSOFT. **Inc Statistica (data analysis software system), version 7.** 2004. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em: 01 ago. 2016.

TABACHINICK, B.; FIDELL, L. **Using multivariate analysis.** Needham Heights: Allyn & Bacon, 2007.

TEODORO, P. A. V. B.; NAZZARI, R. K.; BERTOLINI, G. R. F.; MIYAZAKI, J.; GAFFURI J.; SCHMIDT, R. M. Agricultura Familiar: Uma alternativa para o desenvolvimento sustentável. In: SEMINÁRIO NACIONAL ESTADO E POLÍTICAS SOCIAIS NO BRASIL, 2., 2005. Cascavel. **Anais...**Cascavel: [s. n.], 2005. p. inicial-final.

TORQUATO, S. A; MARTINS, R.; RAMOS, S. F. Cana-de-açúcar no Estado de São Paulo de eficiência econômica das regionais novas e tradicionais de produção. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 5, p. 92-99, 2009.

VARIAN, H.R. **Microeconomic analysis**. 3. ed. New York: W.W. Norton, 1992.

VIAN, C. E. F.; JÚNIOR, A. M. A. Evolução histórica da indústria de máquinas agrícolas no mundo: Origens e tendências. In: CONGRESSO NACIONAL DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SOBER, 2010. p. 1-19.

WADT, P. G. S.; OLIVEIRA, L. C; OLIVEIRA, T. K.; CAVALCANTE, L. M. **Sistema de aptidão das terras para recuperação ambiental**: uma metodologia de planejamento ambiental. Brasília, DF: Embrapa, 2004. (Embrapa Documentos, 87).