



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO

ÉRICA BASÍLIO TAVARES RAMOS

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS UNIDADES LOCAIS DA EMATER EM GOIÁS

GOIÂNIA/GO

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

☒ Dissertação ☐ Tese

2. Nome completo do autor

Érica Basílio Tavares Ramos

3. Título do trabalho

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS UNIDADES LOCAIS DA EMATER EM GOIÁS

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);
 - b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
- O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por Marcelo Dias Paes Ferreira, Professor do Magistério Superior, em 28/07/2020, às 20:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por ÉRICA BASÍLIO TAVARES RAMOS, Discente, em 29/07/2020, às 10:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1459797 e o código CRC D005D60A.

ÉRICA BASÍLIO TAVARES RAMOS

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS UNIDADES LOCAIS DA EMATER EM GOIÁS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás, como requisito para a obtenção do título de Mestra em Agronegócio.

Área de concentração: Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais.

Linha de Pesquisa: Agricultura Familiar e o Agronegócio.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Dias Paes Ferreira

Co-orientador: Prof. Dr. Guilherme Resende Oliveira

GOIÂNIA/GO

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Ramos, Érica Basílio Tavares

Análise da eficiência das unidades locais da Emater em Goiás
[manuscrito] / Érica Basílio Tavares Ramos, Marcelo Dias Paes
Ferreira, Guilherme Resende Oliveira. - 2020.

59 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Dias Paes Ferreira; co-orientador Dr.
Guilherme Resende Oliveira.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronegócio,
Goiânia, 2020.

Bibliografia.

Inclui siglas, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista
de tabelas.

1. Extensão Rural. 2. Políticas Públicas. 3. DEA. I. Ferreira,
Marcelo Dias Paes. II. Oliveira, Guilherme Resende. III. Ferreira,
Marcelo Dias Paes, orient. IV. Oliveira, Guilherme Resende, co-orient.
V. Título.

CDU 63



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE AGRONOMIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 02 da sessão de Defesa de Dissertação de **Érica Basílio Tavares Ramos**, que confere o título de Mestra em **Agronegócio**, na área de concentração em **Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais**.

Aos vinte dias de fevereiro de dois mil e vinte, a partir das 14h, na Sala 09 do Programa de Pós-graduação em Agronegócio - Escola de Agronomia/UFG, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada "**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS UNIDADES LOCAIS DA EMATER EM GOIÁS**". Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Marcelo Dias Paes Ferreira (PPGAGRO/EA/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **Lindomar Pegorini Daniel (UNEMAT)**, membro titular externo (**participação ocorreu através de videoconferência**); Professora Doutora **Sônia Milagres Teixeira (PPGAGRO/EA/UFG)**, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **Marcelo Dias Paes Ferreira**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **vinte dias de fevereiro de dois mil e vinte**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Dias Paes Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 20/02/2020, às 15:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lindomar Pegorini Daniel, Usuário Externo**, em 20/02/2020, às 15:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sônia Milagres Teixeira, Professor do Magistério Superior**, em 20/02/2020, às 15:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1167743** e o código CRC **2D61AAFO**.

Referência: Processo nº 23070.007903/2020-45

SEI nº 1167743

AGRADECIMENTOS

Gostaria de manifestar meus sinceros agradecimentos primeiramente a Deus que me deu condições físicas e morais para realização deste trabalho, ao meu esposo, Jonathan, por estar comigo nesta caminhada, aos meus pais, Joaquim e Elionilda, pois sem eles eu não estaria aqui, e pelos valores morais e éticos que me ensinaram, agradeço também aos meus irmãos Carlos, Paulo e Thiago, que, embora não saibam, me ajudaram grandemente. Quero agradecer também aos meus colegas do programa, principalmente aos meus amigos Karol Quintanilha, Mariane da Vitória, Rafael Oliveira, Valquíria Duarte, pela amizade, parceria nos trabalhos e paciência e, também, agradeço todos aqueles amigos que não citem o nome, porque são muitos.

Também agradeço ao meu orientador Marcelo Dias Paes Ferreira pelos ensinamentos, orientações e pela confiança, ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio, principalmente a Lindinalva, secretária do programa, na qual desempenha suas funções brilhantemente, e à coordenadora do programa professora Sônia Milagres, sempre fazendo o melhor pelo programa, a esta instituição Universidade Federal de Goiás – UFG, pela oportunidade de realização deste mestrado e a Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Goiás - Fapeg pelo apoio financeiro. Gostaria também de manifestar meus agradecimentos ao professor Guilherme Resende Oliveira pelo apoio e pela disponibilidade dos dados para realização deste trabalho e a Emater de Goiás.

***Dedico este trabalho ao meu esposo e aos
meus pais pela grande parceria e confiança.***

"Ora, a fé é o firme fundamento das coisas que se esperam, e a prova das coisas que não veem".

Hebreus 11:1

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar a eficiência técnica das unidades locais da Emater no Estado de Goiás. A abordagem metodológica consiste em um procedimento de dois estágios. O primeiro estágio consistiu em uma Análise Envoltória de Dados (*DEA*). No segundo estágio, utilizou-se regressão *Tobit* e a Análise de Fronteira Estocástica (*SFA*) para avaliar as fontes de eficiência. Os resultados da primeira etapa mostram que as unidades locais da Emater em Goiás apresentaram heterogeneidade de. Identificou-se também que a eficiência de escala média foi de 81,67%, o que significa dizer que questões relacionadas à escala reduzem a eficiência *VRS* cerca de 18,33% em relação à *CRS*. De uma amostra de 178 unidades locais, apenas 15 unidades são eficientes para o modelo com Retornos Variáveis de Escala. Na segunda etapa, variáveis como a distância da unidade municipal de capital (Goiânia), Apoio municipal, Rebanho bovino, Proporção de funcionários com nível superior e técnico, entre outras, possuem significância estatística para explicar a eficiência das unidades locais da Emater em Goiás. Os resultados podem ajudar a melhorar as políticas públicas, uma vez que já foram identificadas quais unidades locais estão ineficientes e algumas fontes desta ineficiência.

Palavras-chave: Extensão Rural, Políticas Públicas, *DEA*.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the technical efficiency of Emater municipal units in the State of Goiás, Brazil. The methodological approach consists of a two-stage procedure. The first stage consisted of a Data Envelopment Analysis (DEA). In the second stage, we used *Tobit* regression and Stochastic Frontier Analysis (SFA) to evaluate the sources of efficiency. The results of the first stage show that the units of Emater in Goiás presented efficiency heterogeneity. We also found that average scale efficiency was 81.67%, which means that issues related to scale reduce efficiency *VRS* about 18.33% in relation to *CRS*. From the sample of 178 local units, only 15 units are efficient for the Variable Scale Return model. In the second stage, variables such as distance from the capital (Goiânia), Municipal support, Cattle herd, Proportion of employees with higher and technical level, among others, have statistical significance to explain the efficiency of Emater's municipal units in Goiás. The results can help to improve public policies, since it has been identified which municipal units are inefficient and some sources of inefficiency.

Key words: *Rural Extension, Public Policies, DEA.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fronteira de Produção e Eficiência Técnica	22
Figura 2 – Eficiência da Produtividade, curvas de isoquanta e isocusto	23
Figura 3 - Produtividade, Eficiência Técnica e Economias de Escala	25
Figura 4 - Retornos Constantes, Variáveis e Decrescentes de Escala	26
Figura 5 - Distribuição Half-Normal, Normal Truncada e Exponencial	38
Figura 6 – Distribuição espacial dos escores de eficiência (VRS) das unidades locais da Emater em Goiás	45
Figura 7 – Distribuição espacial dos retornos de escala das unidades locais da Emater em Goiás	46

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Variáveis do Primeiro Estágio.....	39
Quadro 2 - Variáveis do Segundo Estágio.....	40
Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis do primeiro estágio e segundo estágio.....	42
Tabela 2 - Estatísticas descritivas das medidas de eficiência.....	43
Tabela 3 - Determinantes da eficiência (VRS) utilizando os modelos <i>Tobit</i> e <i>SFA</i>	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACAR – Associação de Crédito e Assistência Rural

ATER – Assistência Técnica e Extensão Rural

CRS – *Constant Returns Scale* ou Retornos Constantes de Escala

DEA – *Data Envelopment Analysis* ou Análise Envoltória de Dados

DMU's – *Decision Making Units* ou Unidades Tomadoras de Decisão

DRS – *Decreasing Returns Scale* ou Retornos Decrescentes de Escala

EMATER – Empresa Estadual de Assistência Técnica e Extensão Rural

EMBRATER – Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural

i.i.d – Independentes e Identicamente Distribuídos

IRS – *Increasing Returns Scale* ou Retornos Crescentes de Escala

MPSS – *Most Productive Size Scale* ou Tamanho de Escala Mais Produtivo

MQO – Mínimos Quadrados Ordinários

NIRS – *Non Increasing Returns Scale* ou Retornos Não Crescentes de Escala

OLS – *Ordinary Least Squares*

PIB – Produto Interno Bruto

SFA – *Stochastic Frontier Analysis* ou Análise de Fronteira Estocástica

TE – *Technical Efficiency* ou Eficiência técnica

VRS – *Variable Returns Scale* ou Retornos Variáveis de Escala

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. OBJETIVO GERAL.....	19
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2. MARCO CONCEITUAL	20
2.1. CONCEITOS DE EFICIÊNCIA	20
2.2. DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA.....	26
2.3. EXTENSÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL	27
3. METODOLOGIA.....	31
3.1. PRIMEIRO ESTÁGIO: ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA).....	31
3.2. SEGUNDO ESTÁGIO: DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA	34
3.2.1. Modelo Tobit.....	34
3.2.2. Análise de Fronteira Estocástica (SFA).....	36
3.3. FONTES DE DADOS	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5. CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS	53

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem apresentado um desempenho excepcional no setor agrícola. Para a manutenção desse desempenho, é imperativo reformular o pensamento sobre o meio rural, especialmente para os pequenos agricultores, os quais são muito dependentes da reorientação da política agrícola (BUAINAIN *et al.*, 2013). Serviços de assistência técnica e extensão rural (Ater) são importantes neste contexto, pois contribuem para o processo de inovação produtiva e desenvolvimento rural, através do fornecimento de conhecimentos avançados de técnicas agrícolas e gestão, direcionados aos pequenos agricultores (TAKAHASHI; MANO; OTSUKA, 2019). Uma análise mais aprofundada da extensão rural pode contribuir para uma maior percepção da sua importância para o meio rural brasileiro, sendo capaz de favorecer a criação e/ou aperfeiçoamento de políticas e a melhor alocação de recursos destinados a este setor (FREITAS; SILVA; BRAGA, 2016).

Com a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER), criada em 2010, houve um aumento significativo dos recursos públicos da União destinados à provisão dos serviços de assistência técnica e extensão rural, voltados principalmente para a agricultura familiar. No entanto, a grande discussão para reestruturação da assistência técnica e extensão rural pública no Brasil baseia-se na dificuldade de disponibilidade e acesso desses serviços pela grande maioria dos agricultores familiares, que não dependem apenas de acesso ao crédito para aquisição de insumos, investimento em benfeitorias e equipamentos e comercialização, mas também de acesso ao conhecimento sobre como implementar as inovações tecnológicas e como gerir suas atividades (PEIXOTO, 2014).

No Brasil, os serviços de assistência técnica e extensão rural tiveram início no final da década de 1940, quando foi criada a Associação de Crédito e Assistência Rural (Acar). Em 1956 a Acar passou a ser coordenada pela Associação Brasileira de Crédito e Assistência Rural (Abcar), após sua expansão no território brasileiro, que propiciou a institucionalização efetiva do serviço de Ater no país. Pode-se afirmar que o apoio governamental na extensão rural começou com a criação da Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater) em 1975. A partir desse momento, a Abcar foi incorporada pela Embrater, e as Acar's (instituições estaduais de Ater) passaram a ser chamadas de Empresas Estaduais de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater's) (CASTRO; PEREIRA, 2017). No início da década de 1980, a oferta de Ater pública se reduziu significativamente e somente médios e

grandes produtores tinham acesso a assistências privadas (CASTRO, 2015). Logo, a atuação do poder público passou a ser ainda mais importante para a provisão dos serviços de assistência técnica e extensão rural, agindo onde existem falhas de mercado (ANDERSON; FEDER, 2004).

Um dos setores de grande relevância econômica em Goiás é o agronegócio. Esse setor tem sustentado o crescimento do PIB (Produto Interno Bruto) do estado nos últimos anos (VICENTE; BORGES; WANDER, 2018). A agricultura familiar também exerce um papel importante neste processo e, em seu favor, a Emater tem função importante, pois ela dá suporte ao agricultor familiar, principalmente, àquele mais carente. Em Goiás, a Emater promoveu a inserção desses agricultores no processo de modernização da agricultura, sendo um canal de acesso entre o conhecimento científico dos órgãos de pesquisa e o meio rural (MIZIARA, 2007). Em contrapartida, a atual situação financeira do Estado, em restrição orçamentária, vem limitando a disponibilidade de recursos públicos destinadas à Emater. O orçamento do Estado de Goiás direcionado à Emater de 2016 para 2017 reduziu-se aproximadamente 21,5%, de R\$ 94,3 milhões para R\$ 74 milhões (SEGPLAN, 2019). Diante disso, um dos desafios da oferta desse serviço são os orçamentos adequados para atender à crescente demanda da agricultura. Nesse cenário, a atuação do Estado deve pautar-se no uso mais racional dos recursos, a fim de obter o máximo atendimento às demandas sociais a partir dos recursos disponíveis.

Em 2017, a assistência técnica advinda do governo (federal, estadual e municipal) representava 43% do total no Brasil para a agricultura familiar. Para Goiás, esse cenário se reverte, a assistência técnica do governo representava 26%, o que leva a ampliar a eficiência do uso dos recursos públicos diante da escassez. Ademais, o número de estabelecimentos rurais familiares em Goiás aumentou em mais de 8% entre os dois últimos Censos Agropecuários, passando de 88.326 para 95.684. Em 2017, o número de estabelecimentos rurais familiares em Goiás que receberam assistência técnica do governo (federal, estadual e municipal) era de 3.897, esse número reduziu aproximadamente 67%, em comparação aos dados do Censo Agropecuário de 2006, quando os estabelecimentos que receberam assistência do governo contavam 11.675 (IBGE, 2007, 2019).

Em 2016, os serviços de assistência técnica e extensão rural em Goiás, os mais demandados fora, aqueles relacionados às atividades agropecuárias, correspondendo a 66% dos atendimentos realizados e os 34% restantes estão distribuídos entre as atividades de aquicultura, extrativismo, pesca, artesanato, silvicultura, turismo rural, entre outros. Dos 66%

da atividade agropecuária, 67% dos atendimentos foram destinados à pecuária e 33% à agricultura. Em relação à pecuária, as atividades de bovinocultura de leite 73% e de corte 26% são as que demandam mais Ater (OLIVEIRA; ARAÚJO; QUEIROZ, 2017).

Por meio da análise do perfil do estado de Goiás, percebe-se a importância da presença das unidades locais da Emater nos municípios. Em 2016, a Emater estava presente em municípios que representavam aproximadamente 95% da população goiana. Essa presença é importante porque garante o acompanhamento do técnico ou extensionista, isto é, possibilita que os serviços de assistência técnica e extensão rural cheguem aos agricultores familiares (OLIVEIRA; ARAÚJO; QUEIROZ, 2017).

Assim, observa-se que o setor público tem uma atuação preponderante para a extensão rural no estado de Goiás. Dentro deste contexto, a escassez de recursos públicos faz com que haja a necessidade de que sejam utilizados da maneira mais eficiente possível, sobretudo no atual cenário de restrições orçamentárias. Dentro da literatura, uma das principais abordagens para analisar o desempenho do uso de recursos públicos é partir de indicadores de eficiência. Uma série de trabalhos aplicaram análises de eficiência, entre eles, na área da saúde (MAZON; MASCARENHAS; DALLABRIDA, 2015); da educação (SILVA; ALMEIDA, 2012); e nos serviços públicos municipais (SOUSA; RAMOS, 1999).

Assim, a contribuição deste trabalho está na análise da eficiência técnica dos serviços públicos oferecidos pela Emater-GO e dos fatores relevantes para determinar a eficiência das unidades locais, além de, a partir dos resultados, contribuir para a elaboração de novas políticas voltadas para a extensão rural ou na revisão das políticas já existentes. Dentre as informações relevantes para políticas públicas estão: a identificação de unidades locais de referência (as mais eficientes); a análise da escala de operação para possível redimensionamento de unidades locais; e a relação de variáveis de escolha do gestor público (como nível de educação dos funcionários) no nível de eficiência.

Para obter os resultados, utilizou-se a análise de eficiência em dois estágios. No primeiro estágio, foram calculados os escores de eficiência das unidades locais da Emater-GO, por meio da *DEA*. No segundo estágio, os escores de eficiência obtidos no primeiro estágio foram inseridos no modelo junto às variáveis que representam as fontes desta eficiência por meio do *Tobit* e da *SFA*. As análises do segundo estágio podem ser úteis para auxiliar os gestores na tomada de decisões referentes às unidades locais, uma vez que ao conhecerem os fatores que influenciam negativamente a eficiência, são capazes de planejar políticas e diretrizes que minimizem seus impactos.

Este trabalho foi estruturado da seguinte forma: na seção 2, está presente a revisão de literatura com a exposição de estudos sobre o impacto da extensão no meio rural; na seção 3, são apresentados a metodologia e os dados da pesquisa; a seção 4 expõe os resultados da pesquisa; e, por fim, na seção 5 estão as conclusões obtidas a partir dos resultados encontrados.

1.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a eficiência das unidades locais da Emater no estado de Goiás.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Calcular a eficiência das unidades locais da Emater no estado de Goiás;
2. Verificar o papel da escala de operação na eficiência das unidades locais da Emater em Goiás;
3. Verificar quais fatores condicionam a eficiência das unidades locais da Emater em Goiás.

2. MARCO CONCEITUAL

Essa seção apresenta os conceitos e temas relacionados à eficiência produtiva a partir de trabalhos já consolidados na literatura. Para isso, essa seção foi dividida em três subseções. A primeira apresenta conceitos de eficiência e fatores que compõem a função de produção e de custo. E a segunda apresenta a importância de acrescentar à análise da eficiência, a análise dos seus determinantes. Esses temas serão abordados para entender a teoria implícita no processo de análise da eficiência das unidades locais da Emater em Goiás. E por fim, a terceira subseção apresenta uma revisão de literatura expondo o impacto da extensão sobre o desenvolvimento rural, incluindo temas relacionados ao impacto de programas de extensão rural sobre produtividade, renda, adoção de tecnologia e segurança alimentar.

2.1. CONCEITOS DE EFICIÊNCIA

Trabalhos relacionados ao cálculo da eficiência, função de produção e função de custo iniciaram-se com Koopmans (1951), Debreu (1951) e Farrel (1957). Farrel (1957) sugeriu que a análise da eficiência técnica pode ser observada através da função isoquanta. Uma isoquanta é o conjunto de todas as combinações possíveis dos insumos empregados para produzir determinada quantidade do produto. Fried, Lovell e Schmidt (2008) ressaltaram que a estimação empírica da função de produção teve início antes do trabalho de Farrel (1957), com o trabalho de Cobb e Douglas (1928).

Farrel (1957) caracterizou diferentes maneiras pelas quais uma unidade produtiva pode ser ineficiente, seja obtendo menor produto da disposição máxima de um determinado conjunto de insumos (tecnicamente ineficiente) ou por não adquirir o melhor conjunto de insumos dado seus preços e produtividades marginais (alocativamente ineficientes).

A eficiência de uma firma está relacionada ao desempenho das relações dos insumos e dos produtos que formam uma função de produção. A partir de uma função de produção é possível analisar a relação entre os insumos e os produtos, incluindo vários aspectos técnicos da produção, tal como fator de substituição, economia de escala, elasticidade da demanda dos insumos, entre outros aspectos presentes na função (GREENE, 2008).

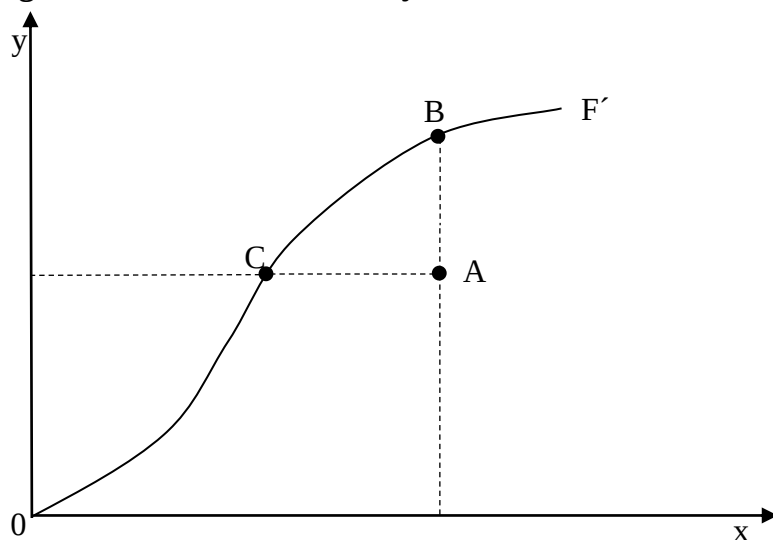
Segundo Fried, Lovell e Schmidt (2008), a eficiência é uma medida relativa entre os valores observados e os valores ótimos dos insumos e produtos. Essa comparação envolve o produto observado e o potencial máximo do produto obtido a partir do insumo, ou da

comparação entre o insumo observado e o potencial mínimo do insumo requerido no processo produtivo, ou uma combinação entre os dois. Em outras palavras, a medida de eficiência envolve uma comparação entre o desempenho observado e o desempenho potencial localizado na fronteira de produção.

A ideia de desempenho de uma atividade pode ser associada a receitas e custos. Nesse caso, a eficiência é medida comparando receita, custo e lucro, sujeitos às restrições nos preços e quantidades, sendo caracterizada como eficiência econômica (FRIED; LOVELL; SCHMIDT, 2008). A eficiência econômica possui dois componentes para explicar as interações entre os insumos e produtos em um processo produtivo: o componente técnico e alocativo. O componente técnico refere-se à capacidade de evitar o desperdício. Assim, a análise da eficiência técnica pode ter orientação com o aumento do produto ou uma orientação com a conservação de insumos. O componente alocativo, por seu turno, refere-se à capacidade de combinar insumos e/ou produtos em proporções ótimas, dado os preços vigentes. As proporções ideais satisfazem a condição de primeira ordem para o problema de otimização atribuído à unidade de produção (FARREL, 1957; FRIED; LOVELL; SCHMIDT, 2008; KOOPMANS, 1951).

O nível de produtividade de uma firma não depende somente da eficiência, pois fatores como progresso tecnológico, escala de produção e fatores puramente aleatórios são importantes. Nessa segmentação, a eficiência da produção de uma firma não está somente ligada à capacidade operacional, mas também está ligada à capacidade gerencial dos agentes, citada por muitos autores como “*managerial skills*”. Por “*managerial skills*” pode-se citar o ambiente em que a produção ocorre, sendo um determinante do nível de produtividade (FRIED; LOVELL; SCHMIDT, 2008)

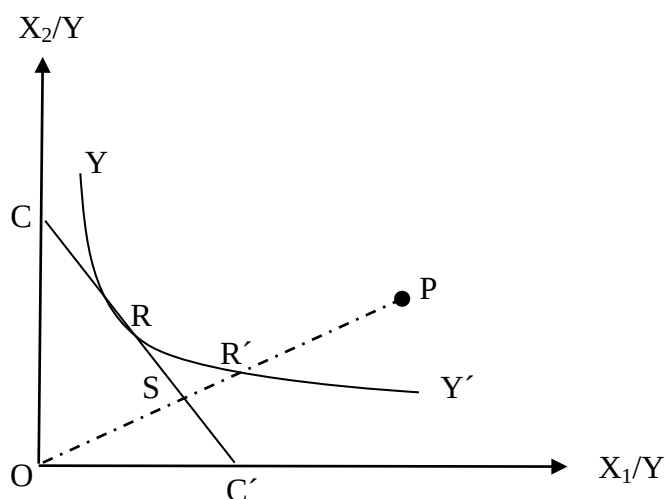
Para visualizar o desempenho de uma firma, a figura 1 apresenta a função de produção que define o limite máximo entre os insumos e produtos, ou seja, a fronteira de produção. A fronteira de produção ilustrada apresenta o máximo produto dado conjunto de insumos. As firmas que operam nessa fronteira são tecnicamente eficientes. O ponto A representa um ponto de ineficiência, enquanto os pontos B e C representam pontos eficientes. Uma firma operando no ponto A é ineficiente porque, tecnicamente, poderia aumentar o produto para o nível associado ao ponto B ou reduzir o uso de insumos mantendo o mesmo nível de produção no ponto C (COELLI *et al.*, 2005).

Figura 1 - Fronteira de Produção e Eficiência Técnica

Fonte: Adaptado de (COELLI *et al.*, 2005).

Farrell (1957) desenvolveu um método para medir a eficiência baseado em um conjunto de possibilidades de produção, que consiste em uma forma convexa dos vetores de insumo e produto. Esta possibilidade de produção foi representada por meio de uma isoquanta.

Inicialmente, na análise da isoquanta, assumem-se Retornos Constantes de Escala (CRS), onde o conjunto tecnológico é descrito pela unidade isoquanta YY' , apresentada na figura 2, que capta a combinação mínima de insumos para produzir certa quantidade de produto. Assim, situações em que as cestas de insumo estão ao longo da isoquanta são consideradas como tecnicamente eficientes, enquanto qualquer ponto acima e à direita da mesma, como o ponto P, define-se tecnicamente ineficiente, já que o insumo que está sendo usado é maior do que qualquer nível de insumos na isoquanta. Assim, a distância de R' até a projeção radial em P indica que este último ponto é tecnicamente ineficiente. Esta distância representa o montante pelo qual todos os insumos podem ser reduzidos sem diminuir a quantidade de produto, sendo caracterizado como eficiência técnica. Geometricamente, o nível de ineficiência técnica associado ao ponto P pode ser expresso pela razão RP/OP e, portanto, a eficiência técnica (TE) em análise $(1-RP/OP)$, também expressa pela razão OR/OP (MURILLO-ZAMORANO, 2004).

Figura 2 – Eficiência da Produtividade, curvas de isoquanta e isocusto

Fonte: Adaptado de (MURILLO-ZAMORANO, 2004).

A ineficiência alocativa pode ser derivada da linha isocusto. Conforme observado na figura 2, a relação entre preço-insumo define a inclinação da linha isocusto CC' . Neste caso, a ineficiência é dada pela distância entre SR , que em termos relativos seria a relação SR/OR . Em relação à combinação de menor custo dos insumos dada pelo ponto R' , a razão SR/OR indica a redução dos custos que seria capaz de alcançar se houvesse uma mudança no conjunto de insumos tecnicamente eficiente, mas não alocativamente eficiente (R) para um tecnicamente e alocativamente eficiente (R'). Portanto, a eficiência alocativa que caracteriza o produtor no ponto P é dada pela relação OS/OR (MURILLO-ZAMORANO, 2004).

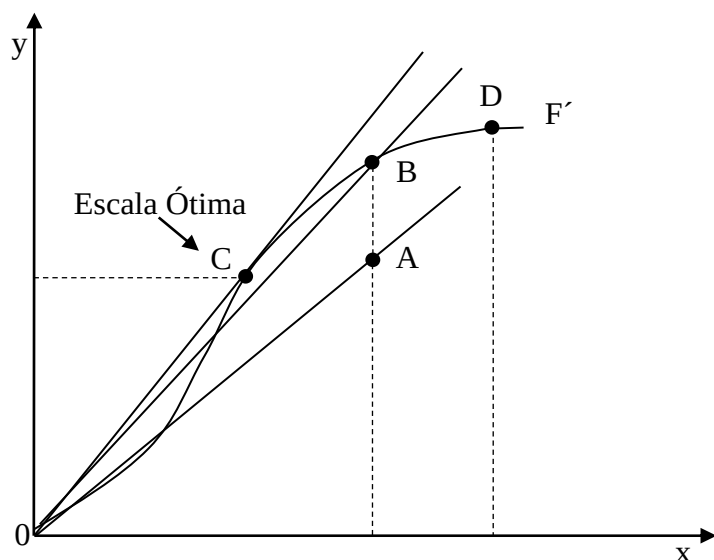
Considerando-se fixo o nível tecnológico, uma firma pode ser tecnicamente eficiente, mas ainda pode melhorar sua produtividade através ajustes de escala. No entanto, no curto prazo é difícil alterar a escala de operação (COELLI *et al.*, 2005). O termo economia ou deseconomia de escala pode ser usado para descrever o que proporcionalmente acontece com os custos por unidade de produção quando há variação em todos os insumos (DEBERTIN, 2012).

Para avaliar o desempenho das firmas posicionadas ao longo da função de produção, consideram-se os retornos ou rendimentos de escala, que descrevem como a produção responde a aumentos proporcionais em todos os insumos, sendo caracterizados como decrescentes, constantes e crescentes de escala. Retornos decrescentes a escala ocorrem quando todos os insumos crescem na mesma proporção e a produção cresce em uma proporção menor. Retornos constantes de escala ocorrem se todos os insumos crescem em dada proporção, a produção cresce na mesma proporção. As produtividades médias dos

insumos permanecem constantes. E retornos crescentes de escala ocorrem se todos os insumos crescem na mesma proporção, a produção cresce em uma proporção maior (DEBERTIN, 2012).

Segundo McGuigan, Moyer e Harris (2010), o principal argumento apresentado para a existência de rendimentos decrescentes de escala, como os observados na figura 3, relaciona-se aos problemas de coordenação e controle cada vez mais complexos enfrentados pelos gestores à medida que a escala de produção aumenta. Do ponto de vista administrativo, limitações na habilidade dos gestores para transmitir e receber informações podem diminuir a sua eficácia ao exercer o controle e a coordenação de escalas de produção cada vez maiores. Como resultado, aumentos proporcionais de todos os insumos do processo de produção, incluindo o insumo denominado “gestores”, podem no final resultar em aumentos menos que proporcionais da produção total.

A figura 3 apresenta o gráfico de produtividade e análise da eficiência técnica. A inclinação do raio y/x fornece a medida de produtividade. O ponto C apresentado no gráfico define o ponto máximo possível da produtividade. O deslocamento do ponto A para o ponto C é um exemplo de economia de escala, que reflete em custos médios mais baixos neste ponto. E a partir desse ponto que os rendimentos passam de crescentes para decrescentes. Por outro lado, o ponto B é um ponto acima do ponto C, no entanto, não representa uma escala ótima, pois possuem rendimentos marginais decrescentes. Se a firma estiver operando em qualquer outro ponto sem ser o ponto C na fronteira de produção resultará em níveis de produtividade mais baixos (COELLI *et al.*, 2005).

Figura 3 - Produtividade, Eficiência Técnica e Economias de Escala

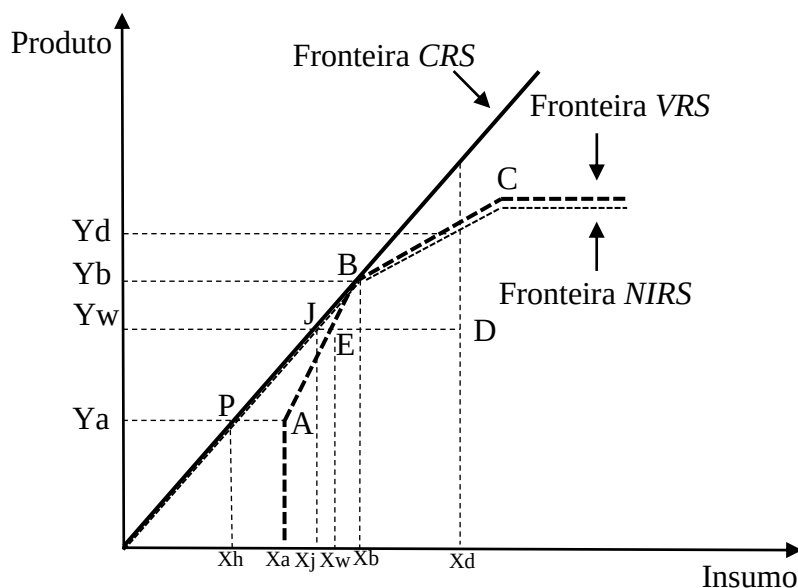
Fonte: Adaptado de (COELLI *et al.*, 2005).

É possível que uma firma seja tecnicamente e alocativamente eficiente, mas a escala de operação de uma firma pode não ser a ideal. Se uma firma está usando uma tecnologia com Retornos Variáveis de Escala (VRS), então, a firma envolvida pode ser muito pequena em sua escala de operação, o que resulta em Retornos Crescentes de Escala ou *Increasing Returns Scale (IRS)* da função de produção, na figura 3, o intervalo no qual os retornos são crescentes é entre a origem e antes do ponto C. Da mesma forma, uma firma pode ser muito grande e pode operar dentro dos Retornos Decrescentes de Escala ou *Decreasing Returns Scale (DRS)*, neste caso, posterior ao ponto C os retornos passam de constantes para decrescentes até o ponto D. Em ambos os casos, a produtividade das firmas pode melhorar com a mudança da escala de operações, ou seja, manter o mesmo conjunto de insumos, mas mudar o tamanho das operações (COELLI *et al.*, 2005).

A figura 4 apresenta um gráfico ilustrando as fronteiras de produção com Retornos Constantes, Variáveis e Decrescentes de Escala. Os pontos J e B representam a tecnologia de fronteira associado aos Retornos Constantes de Escala (CRS). De acordo com esta especificação, somente as firmas J e B seriam consideradas tecnicamente eficientes. Os pontos A e D são tidos como firmas ineficientes, os escores de eficiência são representados pelas razões X_h/X_a e X_j/X_d , respectivamente, ambas menores que a unidade. Em Retornos Variáveis de Escala (VRS), os escores de eficiência serão calculados a partir da fronteira eficiente definida pela linha X_a , A, B, C e o segmento horizontal à direita de C. Como o cálculo dos Retornos Constantes de Escala (CRS) é menos restritivo do que na formulação

Retornos Variáveis de Escala (VRS), escores menores de eficiência são possíveis e, portanto, mais firmas são declaradas eficientes nos Retornos Variáveis de Escala (VRS). Nesse caso, A, B e C agora são totalmente eficientes. Por outro lado, a unidade D ainda é ineficiente, mas seu escore de eficiência mudou da razão X_j/X_d em Retornos Constantes de Escala (CRS) para X_w/X_d em Retornos Variáveis de Escala (VRS) (MURILLO-ZAMORANO, 2004).

Figura 4 - Retornos Constantes, Variáveis e Decrescentes de Escala



CRS: Retornos Constantes de Escala; VRS: Retornos Variáveis de Escala; NIRS: Retornos Não Crescentes de Escala.

Fonte: Adaptado de (MURILLO-ZAMORANO, 2004).

Färe *et al.* (1994) decompõem a eficiência técnica com retornos constantes de escala em dois componentes: variação da eficiência pura e variação da eficiência de escala. A variação da eficiência pura é calculada sob Retornos Variáveis de Escala. Para calcular esses componentes, é necessária a construção de duas fronteiras de produção, uma com Retornos Constantes de Escala (CRS) e outra com Retornos Variáveis de Escala (VRS).

2.2. DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA

Na análise de eficiência, além de utilizar variáveis internas para mensurar o desempenho, podem também incluir variáveis externas, não controladas pelo gestor, que funcionam como espécies de restrições, dentro das quais as decisões operacionais devem ser tomadas. Esses fatores são chamados de variáveis ambientais ou de contexto (RAY, 1988).

A análise de eficiência deve ter dois componentes: o cálculo da variação da eficiência entre as observações analisadas, que fornece uma indicação da gravidade do problema de ineficiência; e a identificação dos seus determinantes, que fornece evidências sobre as fontes do problema de ineficiência (REINHARD; LOVELL; THIJSSSEN, 2002). As análises dos determinantes da eficiência podem ser úteis para auxiliar a tomada de decisões gerenciais das firmas, uma vez que se sabem quais os fatores que influenciam a produtividade, sabendo qual seu efeito, pode-se planejar políticas e diretrizes capazes de minimizar seus impactos (SILVA, 2015).

Ray e Ghose (2014) identificaram quais variáveis ambientais influenciam a produtividade da agricultura indiana. Os autores concluíram que agricultores com maiores níveis de escolaridade e com maior acesso a tecnologias avançadas têm melhores escores de produtividade, o que sugere políticas públicas voltadas para a educação, pesquisa e desenvolvimento para os agricultores. Como determinantes da eficiência dos estabelecimentos agropecuários brasileiros sob os efeitos da extensão rural, Freitas, Silva e Braga (2016) utilizaram indicadores socioeconômicos, como níveis de educação e também tamanhos da propriedade. O resultado evidenciou que, quanto maior a instrução do capital humano, maior a probabilidade de adoção do serviço de extensão rural.

Reinhard, Lovell e Thijssen (2002) procuraram identificar as fontes de variação da eficiência ambiental e verificar seus impactos. Verificaram que indicadores da qualidade do trabalho e do ambiente físico explicam parte da eficiência calculada das fazendas leiteiras da Holanda. Guerrini, Romano e Campedelli (2013) utilizaram o grau de diversificação de investimentos, densidade do cliente e tamanho da empresa como determinantes da eficiência do Setor de Água na Itália. Kumbhakar, Wang e Horncastle (2015) apresentaram que fatores como: uso de tecnologia da informação, educação do produtor e tipo da propriedade afetam a eficiência da indústria de laticínios nos Estados Unidos, sendo considerados possíveis determinantes de bom desempenho.

2.3. EXTENSÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL

Esta seção apresenta uma revisão de literatura acerca do impacto da extensão rural sobre temas relacionados ao desempenho da atividade rural espalhadas pelo mundo. Tópicos ligados à extensão rural têm sido amplamente estudados na literatura. Tais trabalhos perpassam temas relacionados ao estudo do impacto dos programas de extensão rural na

produtividade e renda agrícola (DERCON *et al.*, 2009; FREITAS; SILVA; BRAGA, 2016; LÄPPLE; HENNESSY, 2015a; b; LÄPPLE; HENNESSY; NEWMAN, 2013; OWENS; HODDINOTT; KINSEY, 2003); impacto dos programas de extensão rural na adoção de tecnologia (BALOCH; THAPA, 2018; FIAZ; NOOR; ALDOSRI, 2016); impacto dos programas de extensão rural na segurança alimentar (NAKANO; TANAKA; OTSUKA, 2017; PAN; SMITH; SULAIMAN, 2018). Em geral, tais trabalhos indicam que a extensão gera impactos positivos para o meio rural considerando as diversas dimensões analisadas.

Segundo Läpple, Hennessy e Newman (2013), os programas de extensão rural são operados por organizações multifuncionais que prestam serviços de consultoria para o setor agrícola e podem ser vistos como dispositivos de gerenciamento de risco e formuladores de políticas para mitigar os problemas da economia rural ou como impulsionadores do crescimento das atividades para garantir que melhores práticas sejam seguidas sistematicamente.

Serviços de extensão rural públicos têm ocupado um papel importante no desempenho produtivo. Contudo, em países desenvolvidos, a extensão rural é cada vez mais operada pelo setor privado (LÄPPLE; HENNESSY, 2015a). No entanto, o papel do governo é importante na provisão desse serviço, pois age onde existem falhas de mercado, como exemplo, o fornecimento dos serviços de extensão rural geralmente é disponível apenas para grandes produtores em regiões intensivas em agricultura, sendo que, pequenos produtores em regiões menos favoráveis necessitam desse serviço (ANDERSON; FEDER, 2004; GARFORTH *et al.*, 2003).

Os governos desempenham um papel ativo na operação dos serviços de extensão em muitos países, promovendo a extensão rural para difundir o conhecimento e promover a adoção de tecnologia (LÄPPLE; HENNESSY, 2015a). Os serviços de extensão rural são uma das formas mais comuns do apoio do setor público à difusão do conhecimento no meio rural. Uma extensão rural eficaz pode preencher a lacuna entre novas descobertas e os agricultores (BIRKHAEUSER; EVENSON; FEDER, 1991).

Freitas, Silva e Braga (2016) utilizaram dados brasileiros para calcular o impacto da extensão rural pública e privada na agropecuária brasileira. Tais autores constataram que a eficiência dos produtores que receberam extensão pública foi mais elevada do que a extensão privada. Na Irlanda, Läpple e Hennessy (2015b) analisaram um programa da extensão rural privada. Os resultados fornecem uma importante contribuição para a literatura sobre programas de extensão, especialmente porque recompensar financeiramente os agricultores pela participação em programas de extensão é uma política nova. Identificaram que

produtores que aderiram antes do incentivo financeiro receberam maiores benefícios, medidos em margens brutas e rendimentos, do que produtores que aderiram após o incentivo.

Em contraste, Pan, Smith e Sulaiman (2018) avaliaram os impactos de um programa de extensão rural pública para pequenas agricultoras ugandenses sobre adoção de tecnologia e segurança alimentar. Em países em desenvolvimento, em especial países africanos, uma das grandes preocupações da adoção da extensão rural é a segurança alimentar. Nos resultados encontrados, destacam-se o papel da informação e do treinamento no aumento da produtividade agrícola de forma direta entre os agricultores pobres e, indiretamente, na melhoria da segurança alimentar.

A extensão rural possui alto potencial para melhorar a produtividade agrícola e aumentar a renda dos agricultores através da transferência e facilidade de acesso ao conhecimento, habilidades e tecnologias (DERCON *et al.*, 2009). Läpple, Hennessy e Newman (2013) ainda ressaltaram que os programas de extensão rural são direcionados para melhorar a produtividade das atividades rurais através de boas práticas e uso consciente dos insumos empregados no processo produtivo.

Costa e Freitas (2016) analisaram a importância da sinergia entre crédito e extensão rural no Brasil sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários. Os resultados mostram que o crédito e a extensão rural contribuem para o aumento da eficiência técnica na utilização dos fatores produtivos.

A extensão rural tem sido um canal importante na adoção de tecnologia na produção agrícola. Como exemplo da importância da adoção de tecnologia promovida pela extensão rural, verificou-se que, na Arábia Saudita, a adoção de tecnologias inovadoras proporcionada pela extensão rural preenche lacunas entre a demanda e oferta agrícola (FIAZ; NOOR; ALDOSRI, 2016). Neste sentido, a extensão rural representa um mecanismo de transmissão de informações sobre novas tecnologias, melhores práticas e melhor gestão transmitidas aos agricultores (OWENS; HODDINOTT; KINSEY, 2003).

Nakano, Tanaka e Otsuka (2017) constataram que o desenvolvimento rural através de práticas de assistência técnica e extensão rural é indispensável para redução da pobreza e aumento da segurança alimentar na África Subsaariana. Segundo Baloch e Thapa (2018), o fornecimento de extensão rural é feito para melhorar o conhecimento e as habilidades dos agricultores de Baluchistão, a maior província do Paquistão. No geral, os pequenos agricultores da província que usaram os serviços de extensão tiveram melhor rendimento em comparação com os agricultores de médio e grande porte que não utilizaram os serviços.

Sob a ótica do prestador de extensão rural, é importante ressaltar a relevância da prestação eficiente, ou seja, mais serviços geram mais cobertura e mais produção e produtividade para a propriedade atendida. Neste sentido, Anderson e Feder (2004) argumentam que os serviços de extensão rural podem elevar a produtividade e renda dos estabelecimentos de forma significativa quando prestados eficientemente, principalmente em países em desenvolvimento. Além disso, o fluxo de informações gerados pela extensão contribui também para elevação do capital humano do produtor, tendo impacto direto nas habilidades gerenciais e promovendo, como resultado, ganhos de bem estar no meio rural.

No geral, observa-se pelos trabalhos apresentados nessa seção que a extensão rural desempenha um papel fundamental no desenvolvimento rural, pois contribui para melhores resultados da produtividade e renda agrícola dos produtores. Contribui na adoção de tecnologia, que por sua vez colabora no desempenho produtivo. Por fim, contribui positivamente na segurança alimentar principalmente em países em desenvolvimento.

3. METODOLOGIA

Para atender aos objetivos propostos no trabalho, adotou-se a metodologia da análise de eficiência em dois estágios para avaliar a eficiência técnica dos serviços públicos de assistência técnica e extensão rural, oferecidos pela Emater (GO) e verificar as fontes de variabilidade da eficiência. A análise da eficiência em dois estágios consiste na utilização da técnica *DEA* seguido de modelos de regressão. Portanto, esta seção foi dividida em três subseções. A primeira subseção expõe a técnica *DEA*. A segunda expõe as ferramentas e o processo de análise dos determinantes da eficiência da Emater em Goiás. Por fim, a última subseção apresenta a descrição dos dados utilizados no trabalho.

3.1. PRIMEIRO ESTÁGIO: ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

Para calcular a eficiência técnica existem na literatura alguns modelos, sendo a escolha desses modelos baseada em diversos aspectos. Neste caso, em razão de nenhuma suposição restritiva sobre a tecnologia ter que ser feita, exceto sobre a convexidade, a *DEA* é o ideal (HJALMARSSON; KUMBHAKAR; HESHMATI, 1996). Como vantagem adicional, a *DEA* permite a aplicação de uma análise multi-output de forma mais simples quando se trabalha com uma função de produção (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978). Outra vantagem é a flexibilidade e adaptabilidade. Ao contrário da abordagem paramétrica, a *DEA* não possui ajustamento à média, em que não se conhece a tecnologia de produção que está analisando, então a fronteira é calculada em vez de estimada (MURILLO-ZAMORANO, 2004), o que torna a técnica muito mais flexível e conveniente, uma vez que as restrições teóricas são impostas, em vez de verificadas *a posteriori*.

Para medir a eficiência, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) propuseram o modelo baseado em retornos constantes de escala (*Constant Returns to Scale – CRS*), que consiste em um problema de programação linear que possibilita trabalhar com multi-inputs e multi-outputs. O modelo também indica as direções para que as Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Units - DMU's*) ineficientes se tornem eficientes. Os escores de eficiência do modelo *CRS* com orientação *input* podem ser calculados pela seguinte formulação:

$$TE_{CRS} = \min_{\mu} \varphi^0$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \mu_j X_{ij} &\leq \varphi X_i^0 & i = 1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \mu_j Y_{rj} &\geq Y_r^0 & r = 1, \dots, s \end{aligned} \quad (1)$$

em que o *output* da programação linear representa o grupo de pares que, para cada *DMU*, que produz pelo menos o mesmo nível de *output* (segunda restrição), mas consumindo apenas uma proporção de cada um dos *inputs* utilizadas pela *DMU* (primeira restrição). O objetivo final é, portanto, determinar a combinação linear, para cada *DMU*, para minimizar o valor φ . Os escores de eficiência técnica serão determinados pelo ótimo φ^* em que, φ igual a 1, indica eficiência máxima e, se for menor que 1, indica ineficiência, portanto, os escores calculados localizam-se no intervalo entre 0 e 1 (MURILLO-ZAMORANO, 2004). Tais escores representam a proporção na qual os *inputs* podem ser reduzidos mantendo-se constante o nível de produção.

Byrnes, Färe e Grosskopf (1984) e Banker, Charnes e Cooper (1984) propuseram um modelo de retornos variáveis a escala (*Variable Returns to Scale – VRS*) que, diferentemente do *CRS*, substitui a ideia de proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* pela ideia de convexidade adicionada pela da restrição $\sum \mu_j = 1$.

O *VRS* indica que a restrição final garante apenas que cada *DMU* seja comparada apenas com outras de tamanho similar. Este cálculo evita o efeito prejudicial da eficiência de escala no escore de eficiência técnica (MURILLO-ZAMORANO, 2004). A obtenção dos escores de eficiência do *VRS* para cada *DMU* com orientação *input* é dada pela seguinte programação linear:

$$TE_{VRS} = \min_{\mu} \varphi^0$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \mu_j X_{ij} &\leq \varphi X_i^0 & i = 1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \mu_j Y_{rj} &\geq Y_r^0 & r = 1, \dots, s \end{aligned} \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j = 1$$

em que μ_j e Y_{ij} são os *inputs* e *outputs* de cada *DMU*.

Para o cálculo da eficiência neste trabalho utilizou-se a orientação *input*. A decisão da orientação está relacionada à qual a perspectiva de desempenho se pretende avaliar as *DMU's*, neste caso as unidades locais da Emater Goiás. A escolha da orientação *input* se deu, principalmente, pela necessidade de modificar os valores dos *outputs* com valores zero, para que seja possível o cálculo da eficiência (PASTOR, 1996).

É possível indicar também se a *DMU* está operando sob retornos crescentes, constantes e decrescentes de escala. Retornos de Escala refere-se a, sob operação eficiente, como a escala afetaria o nível de produtividade. Se a operação não é eficiente, então mudanças na produtividade podem estar relacionadas tanto às mudanças na eficiência, quanto às mudanças na escala, o que não seria possível diferenciar. Dado que em *VRS* a escala afeta a produtividade de uma *DMU*, uma questão importante é determinar até que ponto a escala de uma unidade está longe de ser "ótima". Define-se o tamanho ideal da escala como "Tamanho de Escala Mais Produtivo" (*Most Productive Size Scale – MPSS*) com referência a uma combinação constante de *inputs* e *outputs*. A distância do tamanho da escala de uma *DMU* de *MPSS* é refletida em sua eficiência de escala. Esta medida é definida tanto em uma orientação *input*, quanto em uma orientação *output*, como a relação entre eficiência técnica *CRS* e eficiência técnica pura *VRS*, expressa na equação 3:

$$\text{Eficiência de Escala input (output) da } DMU_0 = \frac{\text{Eficiência CRS da } DMU_0}{\text{Eficiência VRS input (output) da } DMU_0} \quad (3)$$

A eficiência técnica de uma *DMU* nunca pode exceder sua eficiência técnica pura em qualquer orientação, portanto, a partir da definição de eficiência de escala descrita na equação 3, conclui-se que sempre a eficiência de escala ≤ 1 (FRIED; LOVELL; SCHMIDT, 2008).

Os retornos não crescentes de escala (*NIRS*) de escala são assumidos pela introdução da restrição $\sum \mu_j \leq 1$. Uma fronteira de eficiência *NIRS* permite distinguir entre diferentes escalas na estrutura de produção. Assim, todas as unidades, onde $TE_{NIRS} = TE_{VRS} \neq TE_{CRS}$, estão produzindo em retornos não crescentes de escala. As unidades que satisfazem

$TE_{NIRS}=TE_{VRS}=TE_{CRS}$, são, portanto, caracterizadas com retornos constantes de escala. Por fim, as unidades que produzem sob retornos crescentes de escala, ocorre quando $TE_{NIRS}\neq TE_{VRS}$ (MURILLO-ZAMORANO, 2004).

3.2. SEGUNDO ESTÁGIO: DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA

Vários estudos têm incluindo variáveis explicativas na análise da eficiência por meio do segundo estágio (GUERRINI; ROMANO; CAMPEDELLI, 2013; HENRIQUES *et al.*, 2018; OMRANI; SHAFAT; EMROUZNEJAD, 2018; REINHARD; LOVELL; THIJSEN, 2002; SILVA, 2015). Grande parte da estimação dos resultados do segundo estágio é feita por modelos paramétricos, como Regressão *Tobit*, *Probit*, (*Ordinary Least Squares – OLS*) ou Mínimos Quadrados Ordinários e Máxima Verossimilhança (JOHNSON; KUOSMANEN, 2012).

Nesta pesquisa, utilizou-se o modelo *Tobit* e a Análise de Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis – SFA*) para regredir os escores de eficiência, descritos a seguir. A estimação dos coeficientes no segundo estágio é importante porque fatores gerenciais e ambientais de atuação afetam a eficiência. Ademais, a *DEA* não contabiliza aleatoriedade, a regressão no segundo estágio ajuda a trazer isto para o modelo (REINHARD; LOVELL; THIJSEN, 2002).

3.2.1. Modelo *Tobit*

Os primeiros estudos que utilizaram modelos paramétricos na análise das variáveis explicativas no segundo estágio da análise de eficiência se basearam em modelos clássicos de regressão, como os Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) (RAY, 1991). No entanto, devido à restrição dos valores dos escores de eficiência estar no intervalo $[0,1]$, as estimativas por MQO podem ser inconsistentes. Dessa forma, a regressão *Tobit* tem sido bastante utilizada para a estimação dos efeitos das variáveis explicativas sobre os escores de eficiência obtidos por meio da *DEA* (REIS; SILVEIRA; BRAGA, 2013).

A regressão *Tobit* é uma extensão do modelo *Probit*, originalmente desenvolvida por James Tobin. Uma amostra em que as informações do regressando são disponíveis apenas para algumas observações é conhecida como amostra censurada. O modelo *Tobit* é conhecido como um modelo de regressão censurada, e como regressão com variável dependente limitada devido à restrição imposta aos valores assumidos pelos regressando (GUJARATI; PORTER

2011). Os coeficientes do modelo *Tobit* não fornecem os efeitos marginais. Para isso, serão estimados os efeitos marginais na média, das variáveis explicativas do modelo. A formulação geral com suas respectivas restrições pode ser expressa:

$$\begin{aligned}
 y_i^* &= x_i' \beta + \varepsilon_i \\
 y_i &= 0 & \text{if } y_i^* \leq 0 \\
 y_i &= y_i^* & \text{if } y_i^* \geq 0
 \end{aligned} \tag{4}$$

em que a variável latente é $y_i^* = x_i' \beta + \varepsilon_i$, com $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$, $i=1, \dots, n$. Consequentemente, denotam-se as respostas observadas por y_i , o valor das k variáveis explicativas para a i -ésima observação por $x_i \in R^k$, os parâmetros da regressão por $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k)'$ e o i -ésimo termo residual por ε_i . Por se fazer uma restrição quanto à distribuição de ε_i , o *Tobit* é estimado por máxima-verossimilhança. A equação do modelo empírico *Tobit* pode ser expressa da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 \ln_eficiencia_i &= \beta_0 + \beta_1 \ln_area_i + \beta_2 \ln_dist_capital_i + \beta_3 p_apoio_munic_i \\
 &+ \beta_4 \ln_efetivo_bov_i + \beta_5 p_pib_agro_i + \beta_6 p_carros_func_i \\
 &+ \beta_7 p_mult_func_i + \beta_8 p_ftecnico_i + \beta_9 p_ftecnologo_i \\
 &+ \beta_{10} p_fsuperior_i + \beta_{11} dp_agrodefesa_i + \beta_{12} dSede_Regional_i \\
 &+ \sum_{j=1}^{11} \delta_j D_{ij} + \varepsilon_i
 \end{aligned} \tag{4}$$

em que $\ln_eficiencia_i$ é a variável dependente, nesse caso, é uma variável linearizada da eficiência calculada no primeiro estágio; i representa as unidades locais da Emater; os β 's são os parâmetros do modelo, e ε_i é o termo de erro. O modelo possui três variáveis categóricas, sendo: $dp_agrodefesa_i$, que caracteriza se a unidade local possui ou não parceria com a Agrodefesa, isto é, se suas unidades se localizam no mesmo espaço físico, na qual assume-se valor 1 se possui parceria e 0 caso contrário; $dSede_Regional_i$ representa se a unidade local é uma Regional da Emater, na qual assume-se valor 1 se é sede regional e 0 caso contrário; δ_j

é o coeficiente da variável *dummy* que representa as regionais da Emater, *j* representa as regionais, *i* representa as unidades locais da Emater e D_{ij} representa as regionais. As demais variáveis são caracterizadas como contínuas, sendo $\ln_area_i$ representa a variável linearizada da área em quilômetros quadrado do município; $\ln_dist_capital_i$ é variável linearizada da distância do município da capital (Goiânia); $p_apoio_munic_i$ é a proporção de apoio municipal promovido pela prefeitura; $\ln_efetivo_bov_i$ representa a variável linearizada do efetivo bovino (quantidade de cabeças); $p_pib_agro_i$ representa a proporção do PIB da agropecuária em relação ao PIB total do município; $p_carros_func_i$ é a proporção de carros nas unidades locais da Emater em relação ao número de funcionários; $p_mult_func_i$ é proporção de multimídias e m relação ao número de funcionários; $p_ftecnico_i$ é a proporção de funcionário com ensino técnico; proporção de funcionários com ensino tecnólogo; e $p_fsuperior_i$ é proporção de funcionários com ensino superior.

3.2.2. Análise de Fronteira Estocástica (SFA)

Foi estimado também no segundo estágio o modelo *SFA* para obter os efeitos individuais das variáveis explicativas sobre o escore de eficiência (variável dependente), para isso foram utilizados os escores de eficiência calculados no primeiro estágio como variável dependente.

O modelo *SFA* foi independentemente proposto por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Broeck (1977). A especificação original do modelo envolve uma função de produção específica para dados *cross section* com um termo de erro composto, isto é, o erro contém dois componentes, um para contabilizar os efeitos aleatórios e outro para contabilizar a ineficiência tecnológica (GREENE, 2002). O modelo de fronteira estocástica com distribuição *Half-Normal* pode ser expresso pelas seguintes equações:

$$y_i = \alpha + x_i\beta + (v_i - u_i)$$

$$v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$$

(6)

$$u_i = |U_i|$$

$$U_i \sim N(0, \sigma_u^2)$$

em que y_i representa a variável dependente, neste caso os escores de eficiência calculados no primeiro estágio, x_i é o vetor de variáveis independentes, e β é coeficiente angular. $v_i - u_i$ é o termo de erro composto, que é a soma (ou a diferença) de um erro normalmente distribuído, v_i , representando o erro tradicional dos modelos de regressão, e um erro unilateral, u_i , representa ineficiência. Além disso, u_i e v_i são assumidos como independentes uns dos outros e independentes e identicamente distribuídos (*i.i.d*) entre as observações (BELOTTI *et al.* 2013).

Além da distribuição *Half-Normal*, foram utilizados as distribuições Normal Truncada e Exponencial. Aigner, Lovell e Schmidt (1977) assumiram uma distribuição *half-normal*, isto é, $u_i \sim N^+(0, \sigma_u^2)$, enquanto Meeusen e Broeck (1977) optaram por uma Exponencial, $u_i \sim \varepsilon(\sigma_u)$. Outra distribuição adotada é a Normal Truncada, em que a média da distribuição de u_i pode assumir valores diferentes de zero (STEVENSON, 1980). A figura 5 apresenta os gráficos das três distribuições do modelo *SFA*. A equação do modelo empírico da *SFA* pode ser expressa da seguinte forma:

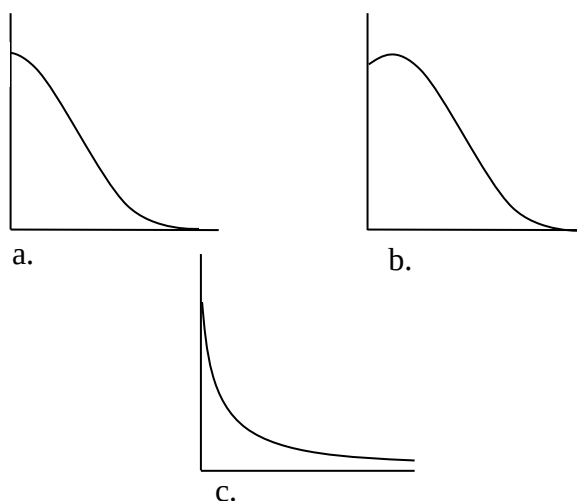
$$\begin{aligned} \ln_eficiencia_i &= \beta_0 + \beta_1 \ln_area_i + \beta_2 \ln_dist_capital_i + \beta_3 p_apoio_munic_i \\ &+ \beta_4 \ln_efetivo_bov_i + \beta_5 p_pib_agro_i + \beta_6 p_carros_func_i \\ &+ \beta_7 p_mult_func_i + \beta_8 p_ftecnico_i + \beta_9 p_ftecnologo_i \\ &+ \beta_{10} p_fsuperior_i + \beta_{11} dp_agrodefesa_i + \beta_{12} dSede_Regional_i \\ &+ \sum_{j=1}^{11} \delta_j D_{ij} + (v_i - u_i) \end{aligned} \quad (7)$$

Uma diferença em relação ao modelo *Tobit*, é que o modelo *SFA* possui o erro composto, sendo $v_i - u_i$, que é a soma (ou a diferença) de um erro, v_i , que representa o erro tradicional dos modelos de regressão, e um erro unilateral, u_i , que representa ineficiência.

O uso da *SFA* na explicação da eficiência permite dividir os componentes da eficiência em três fatores: fatores gerenciais e ambientais observados pelo analista – variáveis explicativas; fatores ambientais aleatórios não observados pelo analista – erro simétrico; eficiência residual – erro truncado. Este último é de suma importância, pois permite contabilizar a eficiência depois da subtração da escala, fatores gerenciais e fatores ambientais (REINHARD; LOVELL; THIJSEN, 2002). Em suma, a eficiência não explicada ou eficiência líquida.

O parâmetro central no modelo de fronteira estocástica é o parâmetro de assimetria, $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$, σ_u é a variância do termo de erro relativo à ineficiência e σ_v é a variância do termo de erro aleatório; quanto maior o λ , maior o componente de ineficiência do modelo. Com o modelo estimado em logaritmos, u_i corresponde a $1 - TE_i$ (GREENE, 2004).

Figura 5 - Distribuição Half-Normal, Normal Truncada e Exponencial



a. Distribuição Half-Normal; b. Distribuição Normal Truncada; c. Distribuição Exponencial

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre as distribuições da SFA apresentadas na figura 5, a distribuição Normal Truncada é a mais flexível, pois possibilita que características dos dados sejam levadas em consideração (STEVENSON,1980).

3.3. FONTES DE DADOS

O procedimento metodológico se divide em dois estágios. No primeiro estágio, as variáveis utilizadas foram extraídas do levantamento sistemático dos dados administrativos da Emater de Goiás. A pesquisa utilizou dados de 2017, quando a Emater possuía 203 unidades locais no estado. A amostra da pesquisa consistiu em 178 unidades locais, com disponibilidade dos dados das análises estatísticas.

Vale ressaltar que a Emater de Goiás tem como missão contribuir para o desenvolvimento rural sustentável através da inovação, proporcionando o aumento da renda e da qualidade de vida no campo. Oferece atendimento técnico especializado e transferência de

tecnologia ao produtor rural e suas organizações em diferentes áreas de atividades agropecuárias, além das áreas de gestão da propriedade, meio ambiente, associativismo, cooperativismo, dentre outros. Todos os atendimentos têm como objetivo o desenvolvimento do indivíduo do campo, a sua emancipação produtiva e da gestão de sua propriedade, dentre outros (EMATER-GOIÁS, 2019).

O modelo proposto neste trabalho inclui os custos operacionais e salários e encargos, como *inputs* (insumos), pois representam os principais custos das unidades locais da Emater em Goiás para a prestação do serviço de extensão rural, sendo um dos mais representantes no custo total das unidades. Com relação às variáveis *outputs* (produto), utilizou-se indicadores que melhor representam às atividades prestados pelas unidades locais da Emater, como atendimentos, crédito rural, eventos (treinamentos, dias de campo...). Em suma, a escolha dos *inputs* e *outputs* foi embasada em quais variáveis melhor representariam o uso dos recursos e os serviços oferecidos. Essa escolha pode ser considerada suficiente para analisar a eficiência das unidades e os resultados podem ser utilizados como parâmetro para tomada de decisão. As variáveis selecionadas para o primeiro estágio dizem respeito às variáveis internas das unidades locais da Emater. (Quadro 1).

Quadro 1 - Variáveis do Primeiro Estágio

Variáveis Inputs	Unidade de medida	Fonte
Custo Operacional ¹	Em reais (R\$)	Emater (GO)
Salários e Encargos	Em reais (R\$)	Emater (GO)
Variáveis Outputs		
Atendimentos	Quantidade	Emater (GO)
Crédito Rural	Em reais (R\$)	Emater (GO)
Eventos (treinamentos, dias de campo...)	Quantidade	Emater (GO)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em razão de muitos valores zeros nos *Outputs* selecionados para o primeiro estágio, foram somados 1 ao Crédito Rural e ao número de Eventos, para tornar viável o cálculo da *DEA*. Segundo Pastor (1996), é válido que apenas o output assumo-se um valor positivo, para isso foi somado 1 nas variáveis, ou seja, um valor insignificante, mas que permite a aplicação do cálculo àquela unidade. Vários trabalhos recentes utilizaram a mesma metodologia para resolver esse problema da presença de valores zeros nos *Outputs* (BALIOS *et al.*, 2015;

¹ Variável criada, soma dos custos operacionais e recursos recebidos do município.

BIENER; ELING; WIRFS, 2016; CHANG; LEE; PARK, 2017; CHENG; ZERVOPOULOS; QIAN, 2013; SIMPER *et al.*, 2017; TUNG *et al.*, 2018).

No segundo estágio, ao se buscar quantificar parâmetros relacionados à eficiência, foram selecionadas variáveis geográficas, econômicas, administrativas, entre outras. As variáveis selecionadas para o segundo estágio foram coletadas do levantamento sistemático dos dados administrativos de 2017 da Emater-GO, do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (IMB). (Quadro 2)

Quadro 2 - Variáveis do Segundo Estágio

Código	Variável Dependente	Unid. de medida	Fonte
$ln_eficiencia$	ln Escores de Eficiência das unidades locais	Escore	Calculado no trabalho
Variáveis Explicativas			
$ln_dist_capital_i$	ln Distância do município da capital (Goiânia)	Quilômetros	IMB
ln_area_i	ln Tamanho do município (em área)	Quilômetros quadrado (Km ²)	IMB
$p_pib_agro_i$	PIB da Agropecuária/PIB total ^b	Proporção	IMB
$p_fsuperior_i$	Proporção de funcionários com ensino superior	Proporção	Emater (GO)
$p_ftecnologo_i$	Proporção de funcionários tecnólogos	Proporção	Emater (GO)
$p_ftecnico_i$	Proporção de funcionários com ensino técnico	Proporção	Emater (GO)
$p_apoio_munic_i$	Proporção de Apoio Municipal ^c	Proporção	Emater (GO)
$p_carros_func_i$	Carros/Número de Funcionários ^d	Proporção	Emater (GO)
$p_mult_func_i$	Multimídias/Número de Funcionários ^e	Proporção	Emater (GO)
$ln_efetivo_bov_i$	ln Efetivo Bovino	Quantidade de cabeças de gado	IBGE
$dp_agrodefesa_i$	Dummy da parceria da unidade municipal da Emater com a Agrodefesa (0 Não possui parceria e 1 possui parceria)	Variável binária	Emater (GO)
$dSede_Regional_i$	Dummy Regional (0 para não e 1 para sim)	Variável binária	Emater (GO)
D_{ij}	Dummy Regionais da Emater de Goiás	Variável binária	Emater (GO)

^bVariável criada, razão entre o PIB da agropecuária municipal e o PIB total municipal.

^cVariável criada, razão entre os recursos da Emater advindos das contas municipais e o custo operacional.

^dVariável criada, razão entre a quantidade de carros das unidades locais pelo número de funcionários para explicar a heterogeneidade de eficiência.

^eVariável criada, razão entre a quantidade de multimídias das unidades locais pelo número de funcionários para explicar a heterogeneidade de eficiência.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tem-se como hipóteses dos efeitos das variáveis explicativas, expressos nos valores e sinais dos coeficientes das variáveis do modelo, dos níveis de eficiência que a distância do município da capital (Goiânia) tenha um coeficiente negativo, isto é, quanto maior a distância do município da capital, menor a eficiência da unidade local da Emater, pois a unidade que está perto da capital tem facilidade no acesso a informações e contato mais direto com a sede da Emater e outros órgãos estatais. Quanto ao tamanho do município, espera-se um coeficiente negativo, pois quanto maior a área do município, maior a dificuldade de prestar assistência, logo, menor a eficiência da unidade. Para a razão entre o PIB da Agropecuária e o PIB total, que capta o efeito riqueza do município em relação à agropecuária, espera-se um coeficiente positivo, pois quanto maior a parcela do PIB agropecuário municipal sobre o PIB total municipal maior a eficiência da unidade local.

No caso da razão entre números de veículos e o número de funcionários, espera-se um coeficiente positivo, pois quanto maior o número de transportes, maior a facilidade para o deslocamento dos agentes extensionistas às propriedades demandantes do serviço de extensão rural. Espera-se que a razão entre o número de multimídias e número de funcionários apresente um coeficiente positivo, pois quanto maior o número de recursos digitais, como o computador, maior eficácia dos serviços administrativos, e consequentemente maior a eficiência das unidades locais.

Quanto ao efetivo bovino, espera-se um coeficiente negativo, ou seja, quanto maior o número de cabeças de gado menor será a eficiência, pois haverá um excesso de demanda para os serviços destinados à pecuária. A *Dummy* que representa se a unidade municipal da Emater possui parceria com a Agrodefesa, espera-se uma relação positiva, pois com isso haverá uma sinergia entre as instituições, e consequentemente a eficiência será maior. A *Dummy* que representa se a unidade municipal é uma sede Regional, espera-se um coeficiente positivo, pois uma regional possui mais recursos e consequentemente a eficiência será maior. Quanto as Regiões do estado de Goiás, esperam-se efeitos diversos, dadas as diferentes particularidades relacionadas ao tema abordado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma análise preliminar dos dados, a tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis selecionadas no primeiro e segundo estágio. Fazendo uma análise geral das estatísticas descritivas, observa-se que a amostra é bastante heterogênea. Observa-se que os valores dos desvios padrão calculados demonstram grande dispersão dos dados em relação à média. Os valores de máximo e mínimo são bastante dispersos entre si. Os coeficientes de variação (desvio padrão/média) ressaltam ainda mais a variabilidade da amostra, para algumas variáveis esse coeficiente ficou acima de 1, evidenciando que, em muitos casos, o desvio padrão ficou acima da média.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis do primeiro estágio e segundo estágio

	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Mínimo	Máximo
Variáveis Primeiro Estágio					
Custo Operacional (<i>input</i>)	25.627,92	14.468,46	0,56	302,00	104.932,00
Salários e Encargos (<i>input</i>)	176645,68	142768,38	0,81	9160,00	701.933,00
Atendimentos (<i>output</i>)	538,99	709,02	1,32	13,00	7.263,00
Crédito Rural (<i>output</i>)	1.042.779,95	1.909.050,29	1,83	0,00	11.238.968,21
Eventos (<i>output</i>)	6,88	11,76	1,71	0,00	66,00
Variáveis Segundo Estágio					
Distância do município da capital	224,96	147,82	0,66	0,00	669,00
Proporção de Apoio Municipal	0,63	0,20	0,32	0,00	0,91
Área do município (km ²)	1.360.103,05	1.825.564,99	1,34	61,45	9.843.247,00
Proporção PIB da Agropecuária	0,07	0,06	0,84	0,00	0,58
Efetivo Bovino (cabeças)	95.009,92	93.404,21	0,98	159,00	588.587,00
Carros/Funcionários	0,58	0,39	0,67	0,00	3,00
Multimídias/Funcionários	1,56	1,35	0,86	0,00	6,00
Dummy Parceria Agrodefesa	0,33	0,47	1,44	0,00	1,00
Regional	0,07	0,25	3,73	0,00	1,00
Part. func. Nível Superior	0,37	0,36	0,97	0,00	1,00
Part. func. Nível Técnico	0,01	0,06	6,36	0,00	0,50
Part. func. Nível Técnico	0,35	0,36	1,03	0,00	1,00

Fonte: Resultados da pesquisa.

A tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas das medidas de eficiência calculadas a partir dos *inputs* e *outputs* selecionados no trabalho. A partir dos resultados apresentados na tabela 2, é possível identificar que as unidades locais da Emater em Goiás apresentaram heterogeneidade na eficiência calculada referente aos recursos aplicados e aos serviços prestados.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas das medidas de eficiência

	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Mínimo	Máximo
Eficiência (CRS)	0,3370	0,2623	0,7783	0,0254	1
Eficiência (VRS)	0,4013	0,2757	0,6871	0,0707	1
Eficiência de Escala	0,8167	0,2098	0,2569	0,1625	1

CRS: Retornos Constantes a Escala; VRS: Retornos Variáveis a Escala.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir do resultado do modelo *CRS*, observa-se que, em média, o uso de *inputs* poderia ser reduzido em 66,30% mantendo-se o mesmo nível de produção, caso todas as unidades locais fossem eficientes e atuassem na escala ótima. O que acontece também com o modelo *VRS*, o uso dos *inputs* por unidade local, em média, poderia ser reduzido em 59,87% mantendo constante a produção, caso todas as unidades locais fossem eficientes. Observa-se também que a média da eficiência de escala foi 0,8167, o que significa dizer que questões relacionadas à escala reduzem a eficiência *VRS* cerca de 18,33% em relação à *CRS*, o que indica que há unidades locais atuando com Retornos Crescentes de Escala e com Retornos Decrescentes de Escala. Em outras palavras, em média, eficiência poderia ser 22,44%² maior se as unidades locais atuassem na escala adequada.

No geral, observa-se pela média que os escores de eficiência técnica foram bem baixos tanto para o modelo *CRS* quanto para o modelo *VRS*. Os valores dos desvios padrão calculados para as eficiências dos modelos *CRS* e *VRS* foram (0,26 e 0,27 respectivamente), mostrando grande dispersão das observações em relação à média, refletindo em uma amostra bastante heterogênea do ponto de vista da eficiência. Os valores dos coeficientes de variação reforçam a heterogeneidade das eficiências calculadas. Em relação aos valores mínimos, observou-se que a eficiência do modelo *CRS* apresentou um valor abaixo do modelo *VRS*, indicando o papel da escala de produção, e os dois modelos apresentaram unidades locais eficientes, que atingiram escores máximo igual a 1.

Para a discussão dos resultados com trabalhos semelhantes, identificou que na literatura há uma limitação de estudos sobre análise de eficiência relacionada ao uso dos recursos públicos destinados à extensão rural. Portanto, optou-se discutir com base em trabalhos que analisaram a eficiência dos gastos públicos em outras áreas. Sendo assim, os resultados deste trabalho apresentaram escore de eficiência média bem menor comparado a

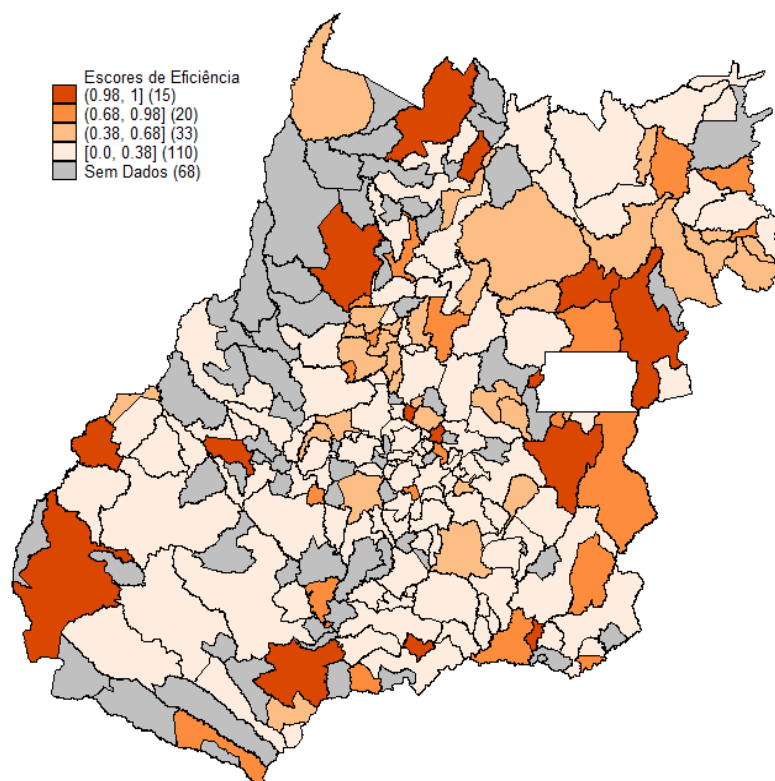
² $[(1-0,8167)/0,8167]*100$

resultados para a saúde (DANIEL; GOMES, 2015; FONSECA; FERREIRA, 2009; MARINHO, 2003; MEDEIROS; MARCOLINO, 2018); também eficiência média menor que encontrados para investimentos em educação (CARVALHO; SOUSA, 2014; ROSANO-PEÑA; ALBUQUERQUE; MARCIO, 2012; SILVA; ALMEIDA, 2012); o que ocorreu também para os serviços públicos de energia elétrica (DANIEL; GOMES, 2013; SILVA, 2015).

A figura 6 apresenta o mapa do estado de Goiás representando a distribuição espacial das unidades locais da Emater classificados de acordo com os escores de eficiência VRS. A cor mais escura exposta no mapa apresenta as unidades locais que obtiveram escores de eficiência mais elevados. Uma das informações relevantes extraídas do mapa de Goiás é que a maioria das unidades locais com escores de eficiência mais elevados geralmente está distante da capital Goiânia, o que contraria o esperado. Observa-se, também, que o intervalo que concentra mais unidades locais é o 0 a 0,38, sendo 110 unidades locais que apresentaram os escores mais baixos. A cor cinza representa os municípios que não tinham unidades da Emater ou que os dados das unidades não estavam disponíveis, portanto, foram excluídos do trabalho. As 15 unidades locais eficientes são: Água Fria de Goiás, Águas Lindas de Goiás, Baliza, Crixás, Formosa, Formoso, Iporá, Luziânia, Mineiros, Nova Aurora, Ouro Verde de Goiás, Panamá, Porangatu, Quirinópolis e Santa Rosa de Goiás. Das 15 unidades locais eficientes, 3 são sedes regionais - Formosa, Iporá e Mineiros.

As 163 unidades restantes que não foram eficientes são chamadas de unidades locais ineficientes. Fried, Lovell e Schmidt (2008) destacam que a ineficiência pode ser decorrente do uso excessivo dos recursos, sendo alocados de forma errada. Os custos elevados das unidades locais, e baixos *outputs* gerados, podem ser apontados entre os motivos para a ineficiência das unidades locais.

Figura 6 – Distribuição espacial dos escores de eficiência (VRS) das unidades locais da Emater em Goiás



Fonte: Resultados da pesquisa.

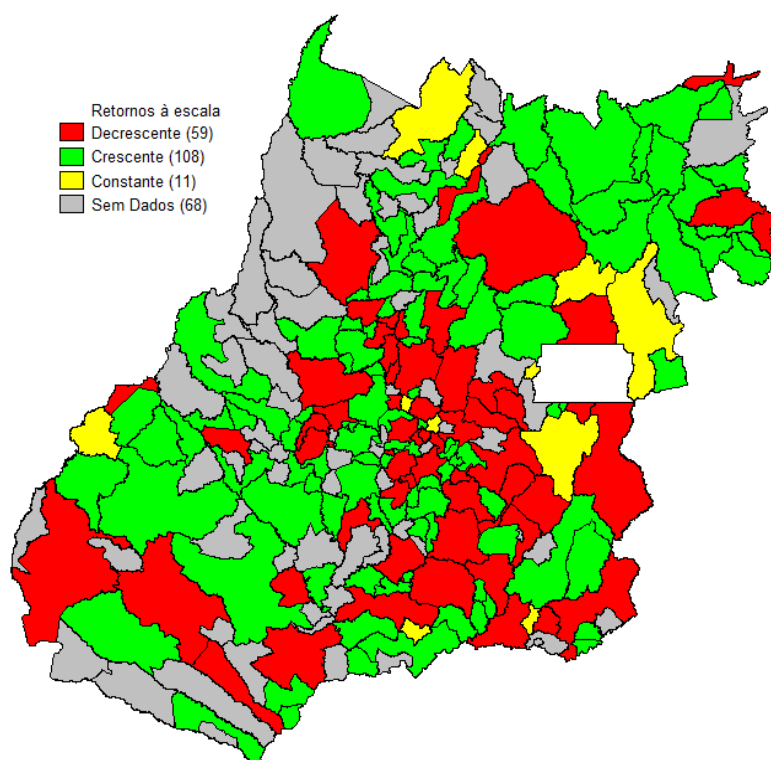
Conforme observado na figura 7, verifica-se que, da amostra total de 178 unidades, 108 obtiveram retornos crescentes, indicando que um aumento no uso de todos os insumos geraria um crescimento no produto mais que proporcional. Na grande maioria, unidades que possuem retornos de escala crescentes são relativamente pequenas em relação ao uso de insumos. A cor verde no mapa indica que unidades locais estão em uma área favorável de aumento da produção.

Do total, 11 unidades locais possuem retornos constantes, situação em que o crescimento do produto é proporcional ao crescimento do insumo, isto é, o crescimento dos produtos gerados das unidades locais é proporcional ao crescimento dos recursos públicos aplicados, representada pela cor amarela no mapa (figura 7). Essa cor representa um sinal de alerta para os gestores, uma vez que aumentos dos insumos podem acarretar um passo para que as unidades locais apresentem retornos decrescentes de escala, ou seja, as unidades locais estarão saindo da situação de retornos constantes para retornos decrescentes. 59 unidades locais restantes apresentaram retornos decrescentes de escala, isto é, a resposta ao aumento de todos os insumos gera um aumento menos que proporcional ao produto. A cor vermelha no

mapa indica a situação em que é necessário avaliar como os recursos públicos estão sendo alocados nas unidades. Dessas 59 unidades locais, 7 são sedes regionais, sendo: Anápolis, Ceres, Goiás, Iporá, Mineiros, Morrinhos e Posse. As unidades locais que se encontram nessa situação, requerem uma atenção maior em relação à alocação dos recursos aplicados, pois os retornos dos gastos são menores que o das unidades com Retornos Constantes e Retornos Crescentes de Escala. Observa-se que as unidades com retornos decrescentes se concentram próximas de Goiânia, o que pode ser justificado pelo alto valor dos salários e encargos para essas unidades locais, devido ao excesso de funcionários.

Observa-se que das 15 unidades locais eficientes do modelo VRS, 11 possuem retornos constantes, sendo as unidades de Água Fria de Goiás, Águas Lindas de Goiás, Baliza, Formosa, Formoso, Luziânia, Nova Aurora, Ouro Verde de Goiás, Panamá, Porangatu e Santa Rosa de Goiás. 4 unidades possuem retornos decrescentes, sendo as unidades de Crixás, Iporá, Mineiros e Quirinópolis. E, nenhuma unidade eficiente possui retornos crescentes.

Figura 7 – Distribuição espacial dos retornos de escala das unidades locais da Emater em Goiás



Fonte: Resultados da pesquisa.

Sousa e Ramos (1999), ao analisar a eficiência dos serviços públicos locais, observaram que os municípios são ineficientes porque municípios excessivamente pequenos não exploram as economias de escala que caracterizam muitos dos serviços públicos, assim como os oferecidos pela Emater e, portanto, não utilizam de maneira ótima os recursos disponíveis.

Para o segundo estágio, utilizou-se os modelos *Tobit* e *SFA*, este último com três distribuições do termo de erro que representa a ineficiência (*Half-Normal*, Normal Truncada e Exponencial), para verificar quais variáveis são fontes de eficiência (calculada no primeiro estágio). Do ponto de vista prático, os resultados do segundo estágio são úteis para auxiliar os gestores na tomada de decisões referentes às unidades locais, uma vez que se sabe quais são os fatores que influenciam a eficiência, com isso pode-se planejar políticas e diretrizes capazes de otimizar seus impactos. A tabela 3 apresenta os resultados das estimativas para as fontes de eficiência, obtidos a partir dos modelos propostos. Os resultados dos modelos se apresentaram bastante similares entre si, não houve disparidades quanto aos efeitos dos coeficientes estimados sobre a eficiência.

De início, para análise dos modelos é importante observar o parâmetro *lambda* das distribuições da *SFA*, obtido por meio da divisão da variância do termo de erro relativo à ineficiência pela variância do termo de erro aleatório ($\lambda = \sigma_u/\sigma_v$), que é um indicador da existência de ineficiência técnica residual (GREENE, 2004). Como resultado, identificou-se que o valor do *lambda* não apresentou significância estatística, logo não há eficiência residual, sendo a eficiência *VRS* explicada pelas variáveis contidas nos modelos e por critérios aleatórios.

Tabela 3 - Determinantes da eficiência (VRS) utilizando os modelos Tobit e SFA

Ln Eficiência VRS	TOBIT (coeficiente s)	TOBIT (efeitos marginais)	SFA Half-Normal	SFA Truncada- Normal	SFA Exponencial
ln Área do município (km ²)	0,0206 [0,0253]	0,0206 [0,0253]	0,0195 [0,0234]	0,0195 [0,0234]	0,0195 [0,0234]
ln Distância do município da capital	0,352*** [0,132]	0,352*** [0,132]	0,306** [0,122]	0,306** [0,122]	0,306** [0,122]
Proporção de Apoio Municipal	-1,181*** [0,277]	-1,181*** [0,277]	-1,015*** [0,247]	-1,015*** [0,247]	-1,015*** [0,247]
ln Efetivo Bovino (cabeças)	-0,0411 [0,0567]	-0,0411 [0,0567]	-0,0441 [0,0521]	-0,0441 [0,0521]	-0,0441 [0,0521]
Proporção PIB agropecuário	0,899 [0,832]	0,899 [0,832]	0,815 [0,771]	0,815 [0,771]	0,815 [0,771]
Carros/Funcionários	-0,202 [0,182]	-0,202 [0,182]	-0,161 [0,167]	-0,161 [0,167]	-0,161 [0,167]
Multimídias/Funcionários	-0,00537 [0,0536]	-0,00537 [0,0536]	0,00435 [0,0495]	0,00435 [0,0495]	0,00435 [0,0495]
Part. func. Nível Técnico	1,097*** [0,277]	1,097*** [0,277]	0,978*** [0,255]	0,978*** [0,255]	0,978*** [0,255]
Part. func. Nível Tecnólogo	1,058 [0,743]	1,058 [0,743]	0,917 [0,691]	0,917 [0,691]	0,917 [0,691]
Part. func. Nível Superior	0,931*** [0,261]	0,931*** [0,261]	0,788*** [0,238]	0,788*** [0,238]	0,788*** [0,238]
Dummy Parceria com Agrodefesa=1	-0,0271 [0,112]	-0,0271 [0,112]	-0,0139 [0,104]	-0,0139 [0,104]	-0,0139 [0,104]
Regional=1 Regiões	0,327 [0,211]	0,327 [0,211]	0,229 [0,190]	0,229 [0,190]	0,229 [0,190]
Estrada de Ferro	0,189 [0,236]	0,189 [0,236]	0,183 [0,218]	0,183 [0,218]	0,183 [0,218]
Planalto	0,974*** [0,253]	0,974*** [0,253]	0,875*** [0,228]	0,875*** [0,228]	0,875*** [0,228]
Rio das Antas	0,826** [0,330]	0,826** [0,330]	0,759** [0,305]	0,759** [0,305]	0,759** [0,305]
Rio dos Bois	0,514* [0,293]	0,514* [0,293]	0,493* [0,271]	0,493* [0,271]	0,493* [0,271]
Rio Paranaíba	0,637* [0,325]	0,637* [0,325]	0,657** [0,298]	0,657** [0,298]	0,657** [0,298]
Rio Vermelho	0,216 [0,280]	0,216 [0,280]	0,269 [0,259]	0,269 [0,259]	0,269 [0,259]
Serra da Mesa	0,217 [0,266]	0,217 [0,266]	0,221 [0,243]	0,221 [0,243]	0,221 [0,243]
Sudoeste	0,0401 [0,306]	0,0401 [0,306]	0,0862 [0,281]	0,0862 [0,281]	0,0863 [0,281]
Sul	0,341 [0,265]	0,341 [0,265]	0,329 [0,244]	0,329 [0,244]	0,329 [0,244]
Vale do Paraná	0,271 [0,264]	0,271 [0,264]	0,314 [0,244]	0,314 [0,244]	0,314 [0,244]
Vale do São Patrício	0,591*** [0,226]	0,591*** [0,226]	0,593*** [0,209]	0,593*** [0,209]	0,593*** [0,209]
Constante	-3,123*** [0,915]	-3,123*** [0,915]	-2,891*** [1,050]	-2,895*** [0,951]	-2,885*** [0,958]
lambda			0,0231	0,1065	0,0286
N	177	177	177	177	177
AIC	386,857	386,857	360,838	362,838	360,838
BIC	466,260	466,260	443,418	448,594	443,418

Standard errors in brackets

* p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

Fonte: Resultados da pesquisa.

No que tange aos determinantes da eficiência VRS das unidades locais da Emater em Goiás, verificou-se que existe uma relação positiva entre a distância do município da capital e sua eficiência, isto é, quanto mais distante o município estiver da capital mais eficiente serão suas unidades locais. Esse resultado não era esperado, uma vez que as unidades locais que

estão perto da capital tem facilidade no acesso a informações e contato mais direto com a sede da Emater e outros órgãos estatais. Por meio da análise do efeito marginal do modelo Tobit observa-se que um acréscimo de 1% na distância da unidade local da capital Goiânia, aumenta a eficiência em 0,352%. Já para análise dos modelos SFA, um aumento de 1% na distância, aumenta a eficiência em 0,306%.

Quanto à Proporção de Apoio Municipal sobre a eficiência das unidades locais, observou-se uma relação negativa, indicando que quanto maior for a proporção de apoio municipal, menor é a eficiência das unidades. Em média, um aumento de 10 pontos percentuais, ou seja, um aumento de 0,1 na proporção de apoio municipal, resulta em uma queda de 0,1181%, da eficiência analisando o efeito marginal do modelo Tobit. Para os modelos SFA um aumento de 10 pontos percentuais na proporção de apoio municipal, reduz a eficiência em 0,1015%. Todas as estimativas apresentaram significância estatística ao nível de 1%. Cabe ressaltar que o município possui papel fundamental sobre as unidades locais, porque nem sempre as unidades são instaladas em seus respectivos imóveis, alguns são cedidos pela prefeitura do município por meio de convênio, que muitas vezes também é responsável pela remuneração do técnico responsável pela assistência técnica prestada aos produtores rurais. Em muitos casos, as prefeituras custeiam a água, energia, veículos e salário, no entanto, esse gasto municipal é muito inferior aos recursos do estado. O coeficiente negativo pode ser justificado pelo viés na escolha de recursos humanos e de capital por parte das prefeituras, que pode fazer indicações políticas ao invés de técnicas, como exemplo.

Já o Efetivo Bovino, que determina a demanda por Ater, apresentou coeficiente negativo, mostrando que quanto maior o número de cabeças de gado no município, menor é a eficiência da unidade. A partir da análise do efeito marginal do modelo Tobit, observa-se que um aumento de 1% no número de cabeças de gado, reduz a eficiência das unidades locais em 0,0411%. Para o modelo SFA observa-se que um acréscimo de 1% no número de cabeças de gado reduz a eficiência das unidades locais em 0,0441%, no entanto não apresentou significância estatística.

Carros/funcionários e multimídias/funcionários não apresentaram significância estatística para explicar a eficiência das unidades locais. Quanto à escolaridade, nota-se que os funcionários com nível superior e técnico possuem significância estatística para explicar a eficiência das unidades, mostrando que quanto maior for a participação de servidores com essa qualificação, mais eficientes são as unidades locais. Um resultado interessante é que os coeficientes dessas duas variáveis foram muito próximos, o que indica que um funcionário

com nível técnico, nas condições atuais, poderia substituir um funcionário com nível superior. Analisando o efeito marginal do modelo Tobit, observa-se que em média, um aumento de 10 pontos percentuais, ou seja, um aumento de 0,1 na proporção de funcionários com formação técnica resulta no aumento da eficiência em 0,1097%. Para o modelo SFA um aumento de pontos percentuais na proporção de funcionários com formação técnica implica em um aumento da eficiência em 0,0978%. O efeito marginal do modelo Tobit da participação do funcionário com formação superior, mostra que em média um aumento de 10 pontos percentuais na proporção de funcionários resulta em um aumento da eficiência em 0,0931%. O modelo SFA mostra que um aumento de 10 pontos percentuais na proporção do funcionário com formação superior, resulta em um acréscimo de 0,0788% na eficiência das unidades locais. Dessa forma, Freitas, Silva e Braga (2016) reconhecem a importância da formação dos funcionários que levam a adoção dos serviços de extensão rural e assistência técnica. Silva e Almeida (2012) utilizaram também a escolaridade para mostrar seu efeito sobre o desempenho da gestão pública. Foi utilizada essa variável para caracterizar o prefeito e verificar qual a resposta da escolaridade sobre a ineficiência dos gastos públicos com a educação nos municípios do Rio Grande do Norte. O resultado apresentou uma relação negativa com a ineficiência do gasto com a educação, indicando que os municípios que elegem prefeitos com maior formação educacional podem atingir maior nível de eficiência.

A Dummy que representa se as unidades locais estão alocadas juntamente com a Agrodefesa não apresentaram significância estatística para determinar a eficiência calculada das unidades locais. A Dummy que representa se a unidade municipal é uma sede regional também não apresentou significância estatística.

Na análise das 12 regionais da Emater no estado, tendo como referência a regional Caiapó, identificou-se que apenas 5 apresentaram significância estatística, indicando que as eficiências da regional são diferentes estatisticamente das encontradas na regional de referência. Sendo as regionais: Planalto, Rio das Antas, Rio dos Bois, Rio Paranaíba e Vale do São Patrício que apresentaram significância estatística, e o fato de estarem em tais regiões, fez com que a eficiência fosse maior, visto que todos os coeficientes foram positivos. As demais regionais não apresentaram significância estatística, indicando que as eficiências não são diferentes das obtidas na regional Caiapó.

5. CONCLUSÕES

Nos resultados da análise de eficiência identificou-se que apenas 15 unidades locais de uma amostra de 178 foram eficientes para o modelo *VRS*, dentre elas destacam-se Formosa, Iporá, Luziânia, Mineiros e Quirinópolis. As unidades eficientes por sua vez podem servir como referência de boas práticas para as demais unidades ineficientes. Da mesma forma, gestores das regionais eficientes podem compartilhar suas práticas com os das demais regionais ineficientes. As 163 unidades ineficientes podem traçar estratégias por meio da aplicação ou realocação de recursos. A aplicação de recursos pode ser feita em unidades locais que tiveram alto nível de eficiência com Retornos Variáveis de Escala (*VRS*), e também que estejam na área de retornos crescentes. Já, caso o interesse seja pela realocação de recursos, eles devem ser retirados de unidades locais que tiveram baixo nível de eficiência com *VRS* e estejam na área de retornos decrescentes, e apresentem baixo nível de eficiência de escala.

Os resultados obtidos no segundo estágio podem servir como base para os gestores públicos tomarem decisões relacionadas às variáveis externas às unidades locais. Os efeitos individuais mostraram como as variáveis afetam a eficiência das unidades da Emater. A partir desse resultado, os gestores podem traçar estratégias para melhorar o desempenho das unidades locais, como exemplo, identificou-se que o número de funcionários com ensino superior e técnico possui um efeito positivo sobre a eficiência das unidades locais. Dessa forma, os gestores podem contratar funcionários com níveis de qualificação mais elevados, haja vista que o aprimoramento das habilidades gerenciais é um dos fatores determinantes para que a unidade local alcance a escala ótima. Identificou-se, também, que as unidades regionais Planalto, Rio das Antas, Rio dos Bois, Rio Paranaíba e Vale do São Patrício da Emater se destacam positivamente em níveis de eficiência das unidades.

Conclui-se que os resultados podem auxiliar no aperfeiçoamento de políticas públicas voltadas para a extensão rural em Goiás, por terem sido identificados as fontes de ineficiências das unidades locais quais sejam os altos custos e a maneira como os recursos estão sendo alocados (gestão). Os baixos resultados obtidos a partir da alocação desses recursos demonstram o quão grande é o desafio para todos os gestores públicos.

Como trabalhos futuros sugere-se uma abordagem de dados em painel, dada a disponibilidade de informações, o acompanhamento sistemático da evolução das unidades da

Emater ao longo do tempo com modelos de decomposição da mudança da produtividade, que, além da escala e eficiência, depende também da mudança tecnológica.

REFERÊNCIAS

AIGNER, D.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. **Journal of Econometrics**, v. 6, p. 21–37, 1977.

ANDERSON, J. R.; FEDER, G. Agricultural Extension : Good Intentions and Hard Realities. **The World Bank Research Observer**, v. 19, n. 1, p. 41–60, 2004.

BALIOS, D. *et al.* Economic efficiency of Greek retail SMEs in a period of high fluctuations in economic activity: a DEA approach. **Applied Economics**, v. 47, n. 33, p. 3577–3593, 2015.

BALOCH, M. A.; THAPA, G. B. The effect of agricultural extension services: Date farmers case in Balochistan, Pakistan. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 17, n. 3, p. 282–289, 2018.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984.

BELOTTI, F. *et al.* Stochastic frontier analysis using Stata. **Stata Journal**, v. 13, n. 4, p. 719–758, 2013.

BIENER, C.; ELING, M.; WIRFS, J. H. The determinants of efficiency and productivity in the Swiss insurance industry. **European Journal of Operational Research**, v. 248, n. 2, p. 703–714, 2016.

BIRKHAEUSER, D.; EVENSON, R. E.; FEDER, G. The Economic Impact of Agricultural Extension: A Review. **Economic Development and Cultural Change**, v. 39, n. 3, p. 607–650, 1991.

BUAINAIN, A. M. *et al.* Sete teses sobre o mundo rural brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 2, p. 1–25, 2013.

BYRNES, P.; FÄRE, R.; GROSSKOPF, S. Measuring Productive Efficiency: An Application to Illinois Strip Mines. **Management Science**, v. 30, n. 6, p. 671–681, 1984.

CARVALHO, L. D. B. DE; SOUSA, M. DA C. S. DE. Eficiência das escolas públicas

urbanas das regiões nordeste e sudeste do Brasil: Uma abordagem em três estágios. **Estudos Econômicos**, v. 44, n. 4, p. 649–684, 2014.

CASTRO, C. N. Desafios da Agricultura Familiar: O Caso. **Boletim regional, urbano e ambiental**, p. 49–59, 2015.

CASTRO, C. N.; PEREIRA, C. N. Agricultura familiar, assistência técnica e extensão rural e a política nacional de Ater. **Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, p. 48, 2017.

CHANG, Y. T.; LEE, S.; PARK, H. (KEVIN). Efficiency analysis of major cruise lines. **Tourism Management**, v. 58, p. 78–88, 2017.

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

CHENG, G.; ZERVOPOULOS, P.; QIAN, Z. A variant of radial measure capable of dealing with negative inputs and outputs in data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 225, n. 1, p. 100–105, 2013.

COBB, W. C.; DOUGLAS, H. P. A Theory of Production. **American Economics Review**, v. 18, n. 3, p. 139–165, 1928.

COELLI, T. J. *et al.* **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. 2^a ed. [s.l.] Springer, 2005.

COSTA, L. V.; FREITAS, C. O. DE. Crédito e extensão rural: impactos isolados e da sinergia sobre a eficiência técnica dos agricultores brasileiros. 2016.

DANIEL, L. P.; GOMES, A. P. Um modelo para medir eficiência das concessionárias de distribuição de energia elétrica brasileiras. **P&D em Engenharia de Produção**, v. 11, n. 2, p. 74–89, 2013.

____. Eficiência na oferta de serviços públicos de saúde nos municípios do Estado de Mato Grosso. **Reflexões Econômicas**, v. 1, n. 1, p. 179–218, 2015.

DEBERTIN, D. L. **Agricultural Production Economics**. 2^a ed. [s.l.] Amazon Createspace, 2012.

DEBREU, G. The Coefficient of Resource Utilization. **The Econometric Society**, v. 19, n. 3,

p. 273–292, 1951.

DERCON, S. *et al.* The impact of agricultural extension and roads on poverty and consumption growth in fifteen Ethiopian Villages. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 91, n. 4, p. 1007–1021, 2009.

EMATER-GOIÁS. **EMATER GOIÁS**. Disponível em: <https://www.emater.go.gov.br/wp/sobre-nos/>. Acesso em: 6 nov. 2019.

FÄRE, R. *et al.* Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. **The American Economic Review**, v. 84, n. 1, p. 66–83, 1994.

FARREL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 112, n. 3, p. 253–290, 1957.

FIAZ, S.; NOOR, M. A.; ALDOSRI, F. O. Achieving food security in the Kingdom of Saudi Arabia through innovation: Potential role of agricultural extension. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 17, n. 4, p. 365–375, 2016.

FONSECA, P. C.; FERREIRA, M. A. M. Investigação dos níveis de eficiência na utilização de recursos no setor de saúde: Uma análise das microrregiões de minas gerais. **Saude e Sociedade**, v. 18, n. 2, p. 199–213, 2009.

FREITAS, C. O. DE; SILVA, F. D. F.; BRAGA, M. J. Extensão Rural e eficiência técnica na agropecuária brasileira: uma análise a partir dos microdados do censo agropecuário. 2016.

FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. **The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth**. [s.l.] Oxford University Press, 2008.

GARFORTH, C. *et al.* Fragmentation or creative diversity? Options in the provision of land management advisory services. **Land Use Policy**, v. 20, n. 4, p. 323–333, 2003.

GREENE, W. H. Alternative panel data estimators for stochastic frontier models. **Department of Economics, Stern School of Business, New York University**, 2002.

GREENE, W. H. Distinguishing between heterogeneity and inefficiency: Stochastic frontier analysis of the World Health Organization's panel data on national health care systems. **Health Economics**, v. 13, n. 10, p. 959–980, 2004.

GREENE, W. H. The Econometric Approach to Efficiency Analysis. *In: The Measurement*

of Efficiency. [s.l.] Oxford University Press, 2008. p. 92–250.

GUERRINI, A.; ROMANO, G.; CAMPEDELLI, B. Economies of Scale, Scope, and Density in the Italian Water Sector: A Two-Stage Data Envelopment Analysis Approach. **Water Resources Management**, v. 27, n. 13, p. 4559–4578, 2013.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. . **Econometria Básica.** 5ª ed. Rio de Janeiro: Editora McGraw-Hill, 2011.

HENRIQUES, I. C. *et al.* Efficiency in the Brazilian banking system using data envelopment analysis. **Future Business Journal**, v. 4, n. 2, p. 157–178, 2018.

HJALMARSSON, L.; KUMBHAKAR, S. C.; HESHMATI, A. DEA , DFA and SFA: a comparison. **The Journal of Productivity Analysis**, v. 7, p. 303–327, 1996.

IBGE. **Censo Agropecuário de 2006.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao>>. Acesso em: 28 out. 2019.

_____. **Censo Agropecuário de 2017.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 28 out. 2019.

JOHNSON, A. L.; KUOSMANEN, T. One-stage and two-stage DEA estimation of the effects of contextual variables. **European Journal of Operational Research**, v. 220, n. 2, p. 559–570, 2012.

KOOPMANS, T. C. **An analysis of production as an efficient combination of activities**Activity analysis of production and allocation, 1951.

KUMBHAKAR, S. C.; WANG, H.-J.; HORNCastle, A. P. **A practitioner's guide to Stochastic Frontier using Stata.** 1ª ed. New York: Cambridge University Press, 2015.

LÄPPLE, D.; HENNESSY, T. Exploring the role of incentives in agricultural extension programs. **Applied Economic Perspectives and Policy**, v. 37, n. 3, p. 403–417, 2015a.

_____. Assessing the Impact of Financial Incentives in Extension Programmes: Evidence From Ireland. **Journal of Agricultural Economics**, v. 66, n. 3, p. 781–795, 2015b.

LÄPPLE, D.; HENNESSY, T.; NEWMAN, C. Quantifying the economic return to

participatory extension programmes in Ireland: An endogenous switching regression analysis. **Journal of Agricultural Economics**, v. 64, n. 2, p. 467–482, 2013.

MARINHO, A. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde nos municípios do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Economia**, v. 57, n. 2, p. 515–534, 2003.

MAZON, L. M.; MASCARENHAS, L. P. G.; DALLABRIDA, V. R. Eficiência dos gastos públicos em saúde: Desafio para municípios de Santa Catarina, Brasil. **Saúde e Sociedade**, v. 24, n. 1, p. 23–33, 2015.

MCGUIGAN, J. R.; MOYER, R. C.; HARRIS, F. H. DEB. **Economia de Empresas: Aplicações, Estratégia e Táticas**. [s.l.] Cengage Learning, 2010.

MEDEIROS, R. D. V. V.; MARCOLINO, V. D. A. A Eficiência dos Municípios do Rio de Janeiro no Setor de Saúde: Uma Análise Através da DEA e Regressão Logística. **Revista Meta: Avaliação**, v. 10, n. 28, p. 183, 2018.

MEEUSEN, W.; BROECK, J. VAN DEN. Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. **International Economic Review**, v. 18, n. 2, 1977.

MIZIARA, F. Extensão rural no estado de goiás: produção familiar e modernidade reflexiva. **Estudos**, v. 34, n. 9/10, p. 659–675, 2007.

MURILLO-ZAMORANO, L. R. Economic efficiency and frontier techniques. **Journal of Economic Surveys**, v. 18, n. 1, p. 33–45, 2004.

NAKANO, Y.; TANAKA, Y.; OTSUKA, K. Impact of training on the intensification of rice farming: evidence from rainfed areas in Tanzania. **Agricultural Economics**, v. 49, p. 193–202, 2017.

OLIVEIRA, G. R.; ARAÚJO, F. M. DE; QUEIROZ, C. C. DE. A importância da assistência técnica e extensão rural (ATER) e do crédito rural para a agricultura familiar em Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 37, n. 3, p. 529–551, 2017.

OMRANI, H.; SHAFAT, K.; EMROUZNEJAD, A. An integrated fuzzy clustering cooperative game data envelopment analysis model with application in hospital efficiency. **Expert Systems with Applications**, v. 114, p. 615–628, 2018.

OWENS, T.; HODDINOTT, J.; KINSEY, B. The Impact of Agricultural Extension on Farm Production in Resettlement Areas of Zimbabwe. **Economic Development and Cultural Change**, v. 51, n. 2, p. 337–357, 2003.

PAN, Y.; SMITH, S. C.; SULAIMAN, M. Agricultural Extension and Technology Adoption for Food Security: Evidence from Uganda. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 100, n. 4, p. 1012–1031, 2018.

PASTOR, J. T. Translation invariance in data envelopment analysis: A generalization. In: **Desirable Properties of Models, Measures and Solutions**. Alicante-Espanha: Annals of Operations Research, 1996. v. 66p. 91–102.

PEIXOTO, M. Mudanças e desafios da extensão rural no Brasil. In: **O mundo rural no Brasil do século 21: A formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 1182.

RAY, S. C. Data envelopment analysis, nondiscretionary inputs and efficiency: an alternative interpretation. **Socioeconomic Planning Sciences**, v. 22, n. 4, p. 167–176, 1988.

_____. Resource-Use Efficiency in Public Schools: A Study of Connecticut Data. **Management Science**, v. 37, n. 12, p. 1620–1628, 1991.

RAY, S. C.; GHOSE, A. Production efficiency in Indian agriculture: An assessment of the post green revolution years. **Omega (United Kingdom)**, v. 44, p. 58–69, 2014.

REINHARD, S.; LOVELL, C. A. K.; THIJSEN, G. Analysis of Environmental Efficiency Variation. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 84, n. 4, p. 1054–1065, 2002.

REIS, P.; SILVEIRA, S.; BRAGA, M. Previdência social e desenvolvimento socioeconômico: impactos nos municípios de pequeno porte de Minas Gerais. **Revista de Administração Pública**, v. 47, n. 3, p. 623–646, 2013.

ROSANO-PEÑA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; MARCIO, C. J. A eficiência dos gastos públicos em educação: Evidências georreferenciadas nos municípios goianos. **Economia Aplicada**, v. 16, n. 3, p. 421–443, 2012.

SEGPLAN. **Orçamento Geral do Estado**. Disponível em: <<http://www.administracao.go.gov.br/planejamento/orcamento.html>>. Acesso em: 16 out. 2019.

SILVA, A. V. DA. **Estimação paramétrica de escores de eficiência em 2 estágios: impacto das variáveis ambientais no ajuste das eficiências regulatórias das empresas brasileiras de distribuição de energia elétrica para 4o Ciclo de Revisão Tarifária Periódica**. Belo Horizonte: [s.n.].

SILVA, J. L. M.; ALMEIDA, J. C. L. Eficiência no gasto público com educação : uma análise dos municípios do Rio Grande do Norte. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 39, p. 221–244, 2012.

SIMPER, R. *et al.* How relevant is the choice of risk management control variable to non-parametric bank profit efficiency analysis? The case of South Korean banks. **Annals of Operations Research**, v. 250, n. 1, p. 105–127, 2017.

SOUSA, M. DA C. S.; RAMOS, F. S. Eficiência Técnica e retornos de escala na produção de serviços públicos municipais: o caso do nordeste e do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Economia**, p. 433–461, 1999.

STEVENSON, R. E. Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation. **Journal of Econometrics**, v. 13, p. 57–66, 1980.

TAKAHASHI, K.; MANO, Y.; OTSUKA, K. Learning from experts and peer farmers about rice production: Experimental evidence from Cote d'Ivoire. **World Development**, v. 122, p. 157–169, 2019.

TUNG, S. J. *et al.* Efficiency measures for vrm models dealing with negative data in dea. **Journal of Marine Science and Technology (Taiwan)**, v. 26, n. 2, p. 180–184, 2018.

VICENTE, I.; BORGES, S.; WANDER, A. E. O financiamento do agronegócio em Goiás. **Revista de Política Agrícola** -, p. 130, 2018.