



ASSISTÊNCIA TÉCNICA E AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL¹ TECHNICAL ASSISTANCE AND FAMILY FARMING IN BRAZIL

Domingos Isaias Maia Amorim

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- USP
domingos_isaias@hotmail.com

Francisco José Silva Tabosa

Universidade Federal do Ceará – UFC
franzetabosa@ufc.br

Diogo Brito Sobreira

Universidade Regional do Cariri - URCA
diogo.sobreira@urca.br

Grupo de Trabalho (GT): GT07 - Assistência Técnica, Extensão Rural e Agricultura Urbana e Periurbana

Resumo: O presente estudo tem como objetivo analisar o impacto da assistência técnica na agricultura familiar no Brasil. Para isso, foi utilizado o método de Generalized Propensity Score (GPS), que envolve a modelagem do escore de propensão generalizado para controlar por características observáveis e permitir a identificação de efeitos marginais da exposição ao tratamento. Os principais resultados indicam que há uma relação positiva e não linear entre a intensidade do tratamento e os desfechos analisados. A aplicação do GPS permitiu identificar um efeito marginal decrescente, sugerindo que os benefícios da política analisada são mais expressivos em níveis iniciais de participação, mas tendem a estabilizar com o aumento da intensidade do tratamento. Por fim, os achados reforçam a importância de políticas públicas calibradas de forma eficiente, evitando a aplicação excessiva de incentivos que possam gerar retornos decrescentes. O estudo contribui para a literatura ao demonstrar a aplicabilidade do GPS no contexto agrícola e fornecer subsídios para a formulação de estratégias mais eficazes.

Palavras-chave: Políticas públicas; Assistência técnica; Efeito causal; Agricultura familiar.

Abstract: This study aims to analyze the impact of technical assistance on family agriculture in Brazil. To do so, the Generalized Propensity Score (GPS) method was used, which involves modeling the generalized propensity score to control for observable characteristics and enable the identification of marginal effects of exposure to the treatment. The main results indicate a positive and nonlinear relationship between the intensity of the treatment and the outcomes analyzed. The application of GPS allowed for the identification of a diminishing marginal effect, suggesting that the benefits of the policy are more significant at initial levels of participation but tend to stabilize as the treatment intensity increases. Finally, the findings reinforce the importance of well-calibrated public policies, avoiding excessive application of incentives that could lead to diminishing returns. The study contributes to the literature by demonstrating the applicability of GPS in the agricultural context and providing insights for the development of more effective strategies.

Keywords: Public policies; Technical assistance; Causal effect; Family agriculture.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura familiar constitui um componente crucial para a economia rural brasileira, sendo vital para a produção de alimentos, a preservação da biodiversidade e o fortalecimento da identidade cultural local. Contudo, é um segmento mais vulnerável em relação à agricultura não familiar. Essa vulnerabilidade pode ser explicada por inúmeros fatores, dentre os quais se destacam o acesso limitado a recursos (imperfeições de mercado), a baixa escala produtiva, a infraestrutura precária,

¹ Esta pesquisa teve apoio da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap).



além das condições socioeconômicas e dependência do clima. Desse modo, políticas públicas voltadas tendem a facilitar a sustentabilidade deste segmento frente às adversidades.

Nesse sentido, a criação da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para Agricultura Familiar e Reforma Agrária (PNATER) em 2003, buscou difundir práticas sustentáveis, além de capacitar e fomento à adoção de novas tecnologias ao referido segmento (Rambo et al., 2018). Gomes e Amorim (2018) destacam que os serviços de ATER devem ser adaptáveis e sensíveis às particularidades locais, promovendo a diversidade das práticas agrícolas e respeitando o know-how dos agricultores. Desse modo, a ATER pode desempenhar papel relevante na maximização do potencial produtivo deste segmento. Para isso, entretanto, é fundamental que este serviço alcance um maior número possível de agricultores familiares, dado que apenas 20,88% receberam algum suporte técnico, conforme os dados do último censo agropecuário segundo Rambo et al. (2018).

Além do acesso limitado, a falta de articulação entre as diversas esferas governamentais tem comprometido os resultados das ações da ATER. Para Saron, Neves Neto e Hespanhol (2017), essas barreiras institucionais limitam a eficácia da assistência técnica. Assim Simões (2021) sugere que uma execução eficaz da PNATER, por exemplo, exige uma sistematização e articulação entre diferentes programas governamentais, que integre as necessidades de assistência adequada e considere as exigências do mercado e as condições de cada comunidade.

Dito isto, deve-se ressaltar que a implementação de políticas de ATER deve sempre ser acompanhada por um compromisso contínuo de avaliar e ajustar os programas de acordo com as necessidades reais dos agricultores e as condições do ambiente rural (Quijada; Cavichioli; Soares, 2020), uma vez que qualidade de vida dos agricultores familiares está intrinsecamente ligada à formação contínua e ao acesso a conhecimentos atualizados, que podem ser facilitados pelos serviços de ATER (García e Pscheidt, 2023; Peixoto & Ferreira, 2023).

Dados do Censo Agropecuário de 2017 revelam uma elevada heterogeneidade na taxa de cobertura de acesso aos serviços de ATER no Brasil. Assim, este estudo explora essa heterogeneidade no acesso aos serviços de ATER com objetivo de analisar o impacto de diferentes níveis de taxa de cobertura no acesso à assistência técnica na agricultura familiar no Brasil, considerando diferentes medidas de desempenho econômico. Além do efeito agregado da ATER, o presente estudo avalia se existe diferença de impacto quanto a origem do serviço (pública ou privada). Utilizando dados do Censo Agropecuário de 2017 em nível municipal e variáveis climáticas da Terrestrial Hydrology Research Group, utilizou-se do método Generalized Propensity Score (GPS), que envolve a



modelagem do escore de propensão generalizado para controlar por características observáveis e permitir a identificação de efeitos marginais da exposição ao tratamento.

Evidências de diversos países mostram que o acesso à assistência técnica e extensão rural (ATER) tende a melhorar os resultados econômicos no setor agrícola. Estudos apontam ganhos de produtividade em países como Grécia e Butão (Kalogiannidis e Syndoukas, 2024; Shangshon et al., 2023). No entanto, os efeitos variam conforme o contexto: em Malawi, por exemplo, não foram observados impactos significativos na produtividade de lavouras (Ragasa e Mazunda, 2018). No Brasil, entretanto, ainda há pouco conhecimento sobre a relação entre a cobertura de serviços de extensão e o desempenho agropecuário em nível municipal, especialmente entre agricultores familiares que tendem a ser mais sensíveis à extensão rural. Dessa forma, o presente estudo contribui ao fornecer evidências sobre o efeito dose-resposta do tratamento com respeito ao nível de cobertura do acesso ao serviço de ATER.

2. ASSISTÊNCIA TÉCNICA E AGRICULTURA FAMILIAR – UMA SÍNTESE

A agricultura familiar, um pilar fundamental da segurança alimentar global e do desenvolvimento rural, depende significativamente de serviços eficazes de assistência técnica para aumentar a produtividade, a sustentabilidade e a resiliência. A assistência técnica, nesse contexto, abrange um amplo espectro de mecanismos de suporte, incluindo serviços de extensão agrícola, programas de capacitação, iniciativas de transferência de tecnologia e intervenções políticas, todos projetados para capacitar os agricultores familiares com conhecimento, habilidades e recursos necessários para melhorar seus meios de subsistência e contribuir para objetivos sociais mais amplos (Saryam e Jena, 2019).

A necessidade de autossuficiência alimentar está crescendo globalmente, especialmente nos países em desenvolvimento, tornando essencial permitir que pequenos agricultores maximizem sua produção (Challa; Tibesso; Mamo, 2019). No entanto, a eficácia dos programas de assistência técnica depende de sua capacidade de atender às necessidades e restrições específicas dos diversos sistemas agrícolas, considerando fatores como condições agroecológicas, contextos socioeconômicos e normas culturais (Dixon; Gibbon; Gulliver, 2001).

Ignorar as complexidades desses diferentes contextos pode levar ao desenvolvimento e à implementação de políticas, investimentos e programas de assistência técnica irrealistas, prejudicando assim a plena realização do potencial produtivo da população agrícola (Dixon; Gibbon; Gulliver, 2001). Portanto, uma compreensão aprofundada do papel e do impacto da assistência técnica



na agricultura familiar é essencial para a formulação de políticas e intervenções baseadas em evidências que promovam o desenvolvimento agrícola sustentável e a prosperidade rural.

Os serviços de extensão agrícola desempenham um papel fundamental na redução da lacuna de conhecimento entre instituições de pesquisa e agricultores, disseminando inovações e fornecendo orientações personalizadas sobre as melhores práticas de manejo (Shu e Rani, 2019). Esses serviços são cruciais para a transferência eficaz de tecnologia e para a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, aumentando assim a produtividade e a eficiência no uso de recursos (Dhehibi et al., 2017).

A integração de insumos agrícolas modernos, como fertilizantes químicos, pesticidas, sistemas de irrigação e maquinário agrícola, exige supervisão abrangente, entendimento, conscientização e treinamento tecnológico, fornecidos por meio dos serviços de extensão agrícola (Noor-E-Sabiha, 2017). É compreensível que os serviços de extensão agrícola estejam frequentemente focados em uma única cultura, dado seu papel crucial na agricultura e na necessidade de produzir alimentos tanto para a família agrícola quanto para o país (Massaquoi et al., 2022).

Além disso, a extensão agrícola continua sendo o meio mais crucial e indispensável para alcançar os agricultores em áreas rurais, tanto localmente quanto globalmente (Ndem et al., 2020). O processo de conscientização e adoção de tecnologias agrícolas aprimoradas pelos agricultores, com o objetivo de melhorar sua eficiência produtiva, renda e bem-estar, é conhecido como extensão agrícola (Otieno; Bunyatta; Basweti, 2021). A eficácia dos serviços de extensão é frequentemente ampliada por meio do uso estratégico de tecnologias de informação e comunicação, como telefones celulares, plataformas digitais e ferramentas online, que facilitam a disseminação de informações oportunas e relevantes para agricultores em áreas remotas (Usman; Adamu; Bashir, 2020).

Os agentes de extensão têm a responsabilidade de disseminar tecnologias e fornecer serviços de aconselhamento a famílias agrícolas em várias nações em desenvolvimento. Mais importante ainda, serviços eficazes de extensão agrícola incluem o fornecimento de informações atualizadas aos agricultores (Olorunfemi et al., 2021), como dados sobre padrões climáticos, preços de mercado e melhores práticas agrícolas (Singh et al., 2023).

A extensão agrícola não se limita à troca de conhecimento com os usuários finais, mas também pode ser caracterizada como um programa educacional extracurricular voluntário, com conteúdo, princípios e procedimentos relevantes (Adesoji et al., 2018; Ndem et al., 2020). Além disso, a disponibilidade de informação é um fator essencial na adoção de novas tecnologias agrícolas (Imang, 2020).



3. METODOLOGIA

3.1. Estratégia empírica

Este estudo tem como objetivo mensurar os efeitos causados nas variáveis econômicas do setor agropecuário da agricultura familiar do Brasil considerando que os municípios estão expostos a diferentes taxas de cobertura no acesso a assistência técnica.

A variável de tratamento (taxa de cobertura no acesso a assistência técnica) é contínua, pois varia entre zero e um. Quanto mais próximo da unidade, maior será a cobertura de estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar dentro do município que declararam ter recebido algum tipo de assistência técnica. Dessa forma, é possível que o efeito do tratamento possa variar dependendo do nível de tratamento.

Para considerar uma possível não linearidade, foi utilizado uma abordagem baseada no escore propensão generalizado para estimar o efeito do tratamento contínuo, controlando por diferenças em características observadas dos municípios com diferentes níveis de acesso a assistência técnica. Uma limitação dessa abordagem, entretanto, é que fatores não observados podem gerar em alguma magnitude viés sobre o efeito do tratamento estimado, assim como ocorre quando o tratamento é uma variável binária. Particularmente, foi adotada a abordagem proposta em (Guardabascio; Ventura, 2014) que revisa a estimação da função dose resposta descrita em (HIRANO; IMBENS, 2004) e propõe uma forma flexível para estimar o escore de propensão generalizado quando a variável de tratamento não segue uma distribuição normal.² Além disso, sugerem uma forma específica para os casos em que a variável de tratamento corresponde a uma fração, como neste estudo.

Seguindo (GUARDABASCIO; VENTURA, 2014), o procedimento é conduzido em três etapas. Como a variável de tratamento considerada neste estudo é uma fração, na primeira etapa, ao maximizar soma de $l_i(\beta)$ para todo N usando *Generalized Linear Models* em uma função *Bernoulli Quasi-Maximum Log-Likelihood (QML)* como,

$$l_i(\beta) \equiv T_i \log \log \{F(\beta'X_i)\} + (1 - T_i) \log \log \{1 - F(\beta'X_i)\} \quad (1),$$

então o *Generalized Propensity Score*, R_i , é estimado por (2):

$$\hat{R}_i = E[X] = F[\hat{\beta}'X_i] \quad (2)$$

² Testes de assimetria e curtose rejeitam a hipótese de que a variável de tratamento, proporção de estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento, é normalmente distribuída (Ver Apêndice A, tabela A1).

em que, $F(.)$ é uma função *logit* e indica a probabilidade de ser atribuído ao nível de tratamento t condicionado ao vetor de covariáveis observadas X , que determinam o nível de tratamento, descritas na próxima subseção.³ Esta etapa também envolve teste de balanceamento dessas covariáveis entre os diferentes níveis de tratamento.⁴

Na segunda etapa, a esperança condicional da variável de resultado Y é estimada como uma função flexível do nível de tratamento, T , e do *generalized propensity score*, R , expressa por uma aproximação polinomial. Nesta aplicação, foi utilizado uma aproximação polinomial de ordem dois como em (3)

$$\varphi\{E(Y_i|T_i, R_i)\} = \alpha_0 + \alpha_1 T_i + \alpha_2 T_i^2 + \alpha_3 R_i + \alpha_4 R_i^2 + \alpha_5 T_i R_i \quad (3)$$

em que $\varphi(.)$ é uma função que relaciona o preditor à expectativa condicional.

Por fim, na terceira etapa, a função dose resposta é obtida ao estimar o resultado potencial médio esperado para cada nível de tratamento com base na função de regressão estimada na etapa anterior, como em (4):

$$E[\hat{Y}_i(t)] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 T_i + \hat{\alpha}_2 T_i^2 + \hat{\alpha}_3 \hat{R}_i + \hat{\alpha}_4 \hat{R}_i^2 + \hat{\alpha}_5 T_i \hat{R}_i] \quad (4)$$

em que, N é o número de observações (fazendas representativas), $\hat{\alpha}$ são os parâmetros estimados na segunda etapa e $\hat{R}$ é o valor previsto da densidade condicional do tratamento aos vários níveis de tratamento.

Seguindo essa estratégia empírica, estimou-se a função dose resposta de diferentes níveis de cobertura no acesso ao crédito rural sobre diferentes variáveis econômicas da agropecuária do nordeste brasileiro, como o valor da produção, receitas obtidas, produtividade da terra e do trabalho.

3.2. Fonte dos dados, descrição das variáveis

Foram utilizadas as informações do último Censo Agropecuário de 2017 que estão disponibilizados publicamente no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) por

³ A função *link* escolhida neste estudo foi o *logit*, entretanto, outras funções podem ser consideradas. Além disso, optou-se por assumir que a distribuição da variável de tratamento pertence à família exponencial (Binomial).

⁴ O balanceamento das covariáveis envolve um esquema conduzido em cinco etapas a partir da escolha de algumas condições (ver detalhes em (GUARDABASCIO; VENTURA, 2014)). Neste estudo, optou-se por número de grupos $k=4$; GPS computado à média de cada grupo, que foi dividido em 5 subintervalos ($nq = 5$);



meio do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), em nível municipal. Assim, foi possível ter acesso a quantidade de estabelecimentos rurais do município com determinada característica sociodemográfica do dirigente ou do produtor do estabelecimento rural ou sobre determinada escolha voltada à atividade agropecuária. Além disso, a base permite coletar informações de movimentação financeira dos estabelecimentos em nível de município, como o valor da produção, receitas obtidas com a venda dos produtos e despesas da atividade.

Outro detalhe importante é que todas as variáveis (dependentes e explicativas) são relacionadas à agricultura familiar, que compreendem os produtores com receita até R\$50.000,00 anuais. No Censo Agropecuário pode-se separar essas informações.

As variáveis valor da produção⁵ (animal e vegetal), produtividade da terra e produtividade do trabalho foram consideradas como as variáveis de resultado nas quais foram estimados, separadamente, o efeito dos diferentes níveis de acesso a financiamento. A produtividade da terra (trabalho) foi obtida pela divisão entre o valor total da produção no município pela área total utilizada (número total de pessoas ocupadas) no município.

Foi adotado um conjunto de variáveis, para o cálculo do escore de propensão generalizado. Esse conjunto inclui características sociodemográficas do produtor ou dirigente (como sexo, idade e nível de escolaridade) e aspectos do estabelecimento rural (condição fundiária, participação em associações e tamanho da propriedade), todas extraídas do Censo Agropecuário. Para garantir uma análise comparável entre diferentes regiões, essas variáveis foram ponderadas em relação ao total de estabelecimentos rurais no município. Esse procedimento, já aplicado em pesquisas anteriores (Helfand et al., 2015; Freitas et al., 2020; Sobreira et al., 2024), possibilita interpretar os municípios como uma unidade produtiva representativa, tomando como base a média dos dados municipais. Além disso, inclui variáveis climáticas e dummies estaduais. As informações climáticas foram obtidas do Terrestrial Hydrology Research Group (THRG) e correspondem à média registrada entre 1980 e 2016. Para capturar padrões sazonais, os dados foram desagregados em duas estações – verão (dezembro a fevereiro) e inverno (junho a agosto) – conforme a metodologia descrita por Sheffield et al. (2006).

Quadro 1 - Variáveis e fonte dos dados

Descrição	Variável	Base	Estilo
Valor Bruto da	Valor_bruto_prod	Censo Agropecuário 2017	Em R\$

⁵ Para deflacionar a série, utilizou-se o INPC do ano base 2023.

Produção/número de estabelecimentos			
Valor Bruto da Produção/área utilizada	Produtividade_terra	Censo Agropecuário 2017	Em R\$
Valor Bruto da Produção/Pessoal ocupado	Produtividade_trabalho	Censo Agropecuário 2017	Em R\$
Estabelecimentos rurais com dirigente do sexo masculino	Masculino	Censo Agropecuário 2017	Proporção
Estabelecimentos rurais cujo dirigente possui ensino fundamental completo	Baixa_escolaridade	Censo Agropecuário 2017	Proporção
Estabelecimentos rurais cujo dirigente possui ensino médio completo	CondP1	Censo Agropecuário 2017	Proporção
Área utilizada na produção de*/ qdte total de estabelecimentos	area_util	Censo Agropecuário 2017	Proporção
Estabelecimentos com área entre 0 e 1ha/total de estabelecimentos	m_peq	Censo Agropecuário 2017	Proporção
Estabelecimentos com área entre 1 e 20ha/total de estabelecimentos	Peq	Censo Agropecuário 2017	Proporção
Estabelecimentos com área entre 500 ou mais ha/total de estabelecimentos	Grande	Censo Agropecuário 2017	Proporção
Número de pessoas ocupadas/total de estabelecimentos	pessoal_ocup	Censo Agropecuário 2017	Proporção
Estabelecimentos receberam financiamento/total de estabelecimentos	Financ	Censo Agropecuário 2017	Proporção
Estabelecimentos associados /total de estabelecimentos	entidClasse	Censo Agropecuário 2017	Proporção
Estabelecimentos com algum tipo de irrigação /total de estabelecimentos	Irrig	Censo Agropecuário 2017	Proporção
Precipitação média durante o verão	med_prec_verao	Terrestrial Hydrology Research Group (THRG)	Média
Precipitação média durante o inverno	med_prec_inver	Terrestrial Hydrology Research Group (THRG)	Média

Temperatura média durante o verão	med_temp_verao	<i>Terrestrial Hydrology Research Group (THRG)</i>	Média
Temperatura média durante o inverno	med_temp_inver	<i>Terrestrial Hydrology Research Group (THRG)</i>	Média
Dummies regionais	regiao1 – Norte regiao2 - Nordeste regiao3 -Sudeste regiao4 - Sul regiao5 - Centro-oeste	Censo Agropecuário 2017	<i>Dummy</i>

Elaboração dos autores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das estatísticas descritivas das variáveis Valor_bruto_prod, Produtividade_terra e Produtividade_trabalho sugere aspectos sobre a dispersão e a distribuição dos dados. A partir da média, desvio padrão e dos valores mínimo e máximo, é possível identificar padrões e possíveis inconsistências que podem influenciar interpretações econômicas e produtivas.

Em relação ao Valor Bruto da Produção Total (Valor_bruto_prod), observa-se uma média de R\$168,77, acompanhada de um desvio padrão extremamente alto (510.70). Esse alto nível de dispersão sugere que há grande variação entre as observações, o que pode ser consequência de diferenças estruturais entre os produtores analisados, como porte da propriedade, nível tecnológico e acesso a mercados.

Já a produtividade da terra (Produtividade_terra) apresenta uma média de 4,18, com desvio padrão de 14,76. Comparado ao vbp_tot, a dispersão é menor, sugerindo que os níveis de produtividade por hectare apresentam menos variabilidade. No entanto, o valor mínimo (0.0268153) indica a existência de propriedades com produtividade extremamente baixa, o que pode ser reflexo de fatores como baixa fertilidade do solo, uso ineficiente de insumos ou dificuldades climáticas. O valor máximo de 601,37 mostra que algumas áreas possuem um desempenho significativamente superior, possivelmente em decorrência do uso de tecnologia avançada ou melhores práticas de manejo.

Por sua vez, a produtividade do trabalho (Produtividade_trabalho) apresenta uma média de 40,17, mas com um desvio padrão ainda maior que o das demais variáveis (57,81). Essa elevada dispersão sugere que há uma diferença substancial na eficiência da mão de obra entre as observações. O valor mínimo registrado (0.59) indica que algumas propriedades têm produtividade extremamente baixa, o que pode ser resultado de baixa qualificação da força de trabalho, subutilização de mão de obra ou processos produtivos ineficientes. Em contrapartida, o valor máximo (703,41) sugere que



algumas unidades produtivas conseguem extrair um alto rendimento do fator trabalho, possivelmente por meio de mecanização, melhor gestão ou acesso a capacitação.

A análise das variáveis explicativas revela informações relevantes sobre as características dos produtores e das propriedades, bem como sua distribuição regional. A partir da estatística descritiva dessas variáveis, é possível identificar padrões que podem influenciar a produtividade, o acesso a recursos e a dinâmica do setor agropecuário.

Um primeiro aspecto a ser destacado é a variável `sexo_masc`, que apresenta uma média de 0,8338, indicando que aproximadamente 83% dos produtores analisados são homens. Esse dado reflete uma predominância masculina no setor agropecuário, o que pode estar relacionado a fatores históricos, culturais e à estrutura de sucessão familiar nas propriedades rurais. A variável `ida3`, que parece representar uma faixa etária específica, tem uma média de 0,2501, sugerindo que cerca de 25% dos indivíduos pertencem a esse grupo etário, o que pode influenciar a adoção de novas tecnologias e a disposição para mudanças produtivas.

A escolaridade é representada pela variável `baixa_esco`, cuja média de 0,4802 indica que 48% dos produtores possuem baixo nível educacional. Esse fator pode ser um entrave para a modernização do setor, dificultando a adoção de novas práticas e o acesso a políticas de crédito e assistência técnica. Da mesma forma, a variável `condP1`, com média de 0,8140, sugere que mais de 81% dos produtores analisados possuem alguma condição específica que pode impactar seu desempenho produtivo.

A análise da variável `resid_estab`, que mede a proporção de produtores que residem no estabelecimento rural, revela uma média de 0,6747, indicando que aproximadamente 67% vivem diretamente na propriedade. Esse fator pode influenciar a gestão da atividade agropecuária, uma vez que a presença do produtor no local tende a favorecer o acompanhamento das operações e a tomada de decisões ágeis. Já a variável `agfamiliar~o`, com média de 0,2733, aponta que cerca de 27% das propriedades analisadas são caracterizadas como agricultura familiar, o que sugere uma menor escala produtiva e possíveis desafios na competitividade do setor.

No que se refere ao tamanho das propriedades, a variável `area_util` apresenta uma média de 62,37 hectares, o que indica uma grande variação entre os estabelecimentos analisados. A categorização por porte das propriedades é evidenciada pelas variáveis `m_peq` (10,3% das propriedades são muito pequenas), `peq` (50,1% pequenas), `medio` (36,5% médias) e `grande` (2,98% grandes). Essa distribuição confirma que a maior parte dos estabelecimentos pertence a pequenos e médios produtores, o que pode ter implicações na capacidade de investimento, mecanização e acesso a mercados.



A variável `peessoal_ocup`, que representa o número de pessoas ocupadas na propriedade, apresenta uma média de 3.4786, com um desvio padrão elevado (5.5772). Esse dado sugere uma grande heterogeneidade no número de trabalhadores empregados, o que pode estar associado à natureza das atividades produtivas e ao grau de mecanização da produção.

No aspecto financeiro, a variável `financ`, com média de 0,1699, indica que apenas 17% das propriedades fazem uso de financiamento, o que pode sugerir dificuldades no acesso ao crédito rural ou uma preferência por formas alternativas de capitalização. Já a variável `entidClasse`, com média de 0,3838, sugere que 38% dos produtores participam de entidades de classe, o que pode influenciar sua representatividade política e o acesso a informações estratégicas para a atividade agropecuária.

A adoção de técnicas de irrigação é refletida pela variável `irrig`, com uma média de 0,1064, indicando que apenas 10,6% das propriedades fazem uso desse recurso. Esse dado sugere uma dependência significativa das chuvas, o que pode expor os produtores a riscos climáticos e impactar a produtividade.

As variáveis `med_prec_v~o` e `med_prec_i~r`, que representam medidas de precipitação, mostram valores médios elevados, mas com grandes desvios padrão. Isso sugere variações climáticas significativas, o que pode ter um impacto direto na produção agropecuária. De maneira semelhante, as variáveis `med_temp_v~o` e `med_temp_i~r`, que representam a temperatura média, indicam variações consideráveis entre as regiões analisadas.

Por fim, a distribuição geográfica dos produtores é representada pelas variáveis `regiao1` a `regiao5`. A maior concentração está em `regiao2` (32,3%) e `regiao3` (29,7%), seguidas por `regiao4` (21,6%), enquanto `regiao1` (7,7%) e `regiao5` (8,4%) possuem menor representatividade. Essa distribuição sugere que as características produtivas e estruturais podem variar significativamente entre as regiões, influenciando o desempenho econômico dos produtores.

Tabela 1. Estatística descritiva

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Valor mínimo	Valor máximo
Dependentes				
Valor_bruto_prod	168.77	510.70	1.94	23319.53
Produtividade_terra	4.18	14.76	.0268153	601.37
Produtividade_trabalho	40.17	57.81	.5939394	703.41
Explicativas				
Masculino	0.8338	0.0748	0.4431	1
Idade	0.2501	0.0671	0.0526	0.5588
baixa_escolaridade	0.4802	0.1631	0	0.8996

condP1	0.8140	0.1533	0.0380	1
resid_estab	0.6747	0.1726	0.0190	.9791
agfamiliar~o	0.2739	0.1405	0.0160	1
area_util	62.3701	126.4.3	0.0341	3544.81
m_peq	0.1030	0.1473	0	1
Peq	0.5019	0.1961	0	1
Médio	0.3651	0.2063	0	0.9395
Grande	0.0298	0.0581	0	0.7777
pessoal_ocup	3,4786	5.5772	1.0875	212.93
Financ	0.1699	0.1218	0.0023	0.7544
entidClasse	0.3838	0.2125	0	0.9795
Irrig	0.1064	0.1363	0.0004	0.9680
med_prec_v~o	176.2025	73.1499	35.5885	348.65
med_prec_i~r	61.5194	5.7625	0.2009	411.30
med_temp_v~o	25.6043	1.6846	18.8512	29.1646
med_temp_i~r	21.9342	4.1083	11.6125	29.0582
regiao1	0.0776	0.2676	0	1
regiao2	0.3232	0.4677	0	1
regiao3	0.2978	0.4573	0	1
regiao4	0.2168	0.4121	0	1
regiao5	0.0844	0.2780	0	1

Fonte: Resultados da pesquisa.

4.1. Estimativa do efeito Dose-Resposta

A análise do impacto da assistência técnica na produtividade agropecuária é um tema que vem ganhando relevância nas discussões sobre políticas agrícolas no Brasil. O resultado apresentado sublinha a importância desse suporte técnico como um elemento crucial para o aumento do valor da produção, produtividade da terra e produtividade do trabalho. O uso de métodos estatísticos robustos na mensuração desses efeitos é essencial, especialmente considerando as diversas variáveis que interagem no contexto agropecuário.

Os métodos de análise estatística, como o uso de GPS e modelos econométricos, são vitais na avaliação da relação entre assistência técnica e produção agropecuária, permitindo controlar fatores externos que podem enviesar os resultados. Pesquisa realizada por Rocha et al. revela que a assistência técnica e extensão rural (ATER) tem um impacto positivo significativo sobre a renda mensal dos agricultores familiares, fornecendo evidências concretas sobre a eficácia dessas intervenções (Rocha et al., 2020). A inclusão de variáveis como perfil do produtor, características do estabelecimento e condições climáticas é fundamental para obter dados mais fidedignos e equilibrados na análise do impacto da assistência técnica.



Além disso, a especificação do modelo proposta, utilizando uma função logit e uma forma funcional adequada, permite captar as relações não lineares entre assistência técnica e produção, confirmando a complexidade da interação entre diferentes fatores no processo produtivo agropecuário. Delgrossi et al. (2024) ressaltam que a assistência técnica adaptada às condições locais é essencial para aumentar a eficácia das políticas públicas voltadas para os agricultores, especialmente em contextos de vulnerabilidade. A conexão entre a assistência técnica e as características dos produtores, como gênero, idade, escolaridade e o acesso a financiamento, evidencia a multifacetada influência do suporte técnico nas dinâmicas produtivas.

A relação entre a assistência técnica e a produtividade da terra é corroborada pelo fato de que áreas com menor porte tendem a beneficiar-se mais deste tipo de suporte. Em regiões onde a vulnerabilidade climática é mais acentuada, a adaptação das recomendações técnicas torna-se ainda mais crítica, conforme destacado por Souza et al. (2019), que identificam a heterogeneidade regional como um fator determinante na utilização de tecnologias agrárias.

Dessa forma, a análise dos resultados indica que, enquanto a assistência técnica tem um efeito positivo sobre a produtividade da terra, a magnitude deste efeito pode variar. A interdependência das variáveis, como a situação de financiamento e características climáticas, pode resultar em situações onde os ganhos não são lineares, corroborando a ideia de que existe um ponto ótimo em que a assistência técnica produz os maiores benefícios (Felema e Spolador, 2023).

Adicionalmente, o impacto do acesso ao crédito demonstra que a assistência técnica é particularmente benéfica para pequenos e médios agricultores, que têm maior dificuldade em acessar recursos financeiros. Esta dinâmica é reforçada pela evidência de que a área útil da propriedade e a sensibilização à assistência técnica são determinantes significativos para a produtividade (Moura et al., 2000). A pesquisa de Pacheco et al. indica como a educação e a assistência técnica em gestão podem contribuir de forma significativa para a eficiência das práticas agropecuárias (Pacheco et al., 2023).

Os efeitos da assistência técnica não se limitam apenas ao aumento da produção, mas também se estendem à melhoria das práticas de manejo e sustentabilidade, aspectos cruciais na produção agropecuária contemporânea. Silva et al. (2022) identificam a contribuição da assistência técnica para a ecoeficiência na produção agropecuária, destacando a importância de condições adaptativas às práticas locais para maximização dos resultados produtivos.

A assistência técnica privada tem um papel fundamental na melhoria da eficiência produtiva no setor agropecuário. Os resultados obtidos evidenciam a influência significativa da assistência



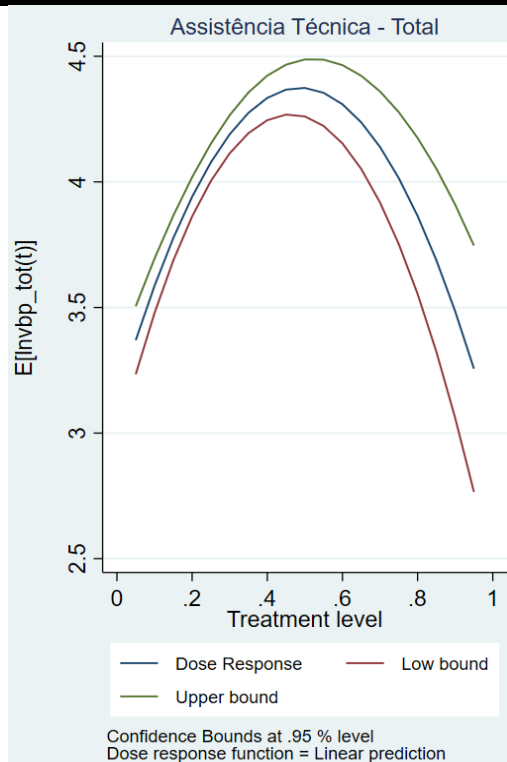
técnica privada na produção agrícola. A estimação do GPS permite avaliar esse impacto ao controlar possíveis vieses de seleção, garantindo que as diferenças observadas sejam atribuídas ao acesso à assistência técnica. A análise dos quantis do GPS revela como os efeitos variam entre diferentes grupos de produtores, fornecendo uma visão mais detalhada da distribuição dos benefícios. Além disso, o uso da regressão quadrática e a interação entre variáveis demonstram como a assistência influencia os resultados de maneira não linear.

No que se refere ao valor da produção, os resultados indicam que produtores que recebem assistência técnica privada tendem a apresentar maior desempenho econômico. A presença de suporte especializado contribui para a adoção de práticas mais eficientes, resultando em maior rentabilidade. Da mesma forma, a produtividade da terra é positivamente afetada pela assistência, sugerindo que o conhecimento técnico possibilita o uso mais eficiente dos recursos disponíveis. Já a produtividade do trabalho segue a mesma tendência, evidenciando que o aprimoramento das técnicas produtivas reduz o desperdício de insumos e melhora o aproveitamento da mão de obra.

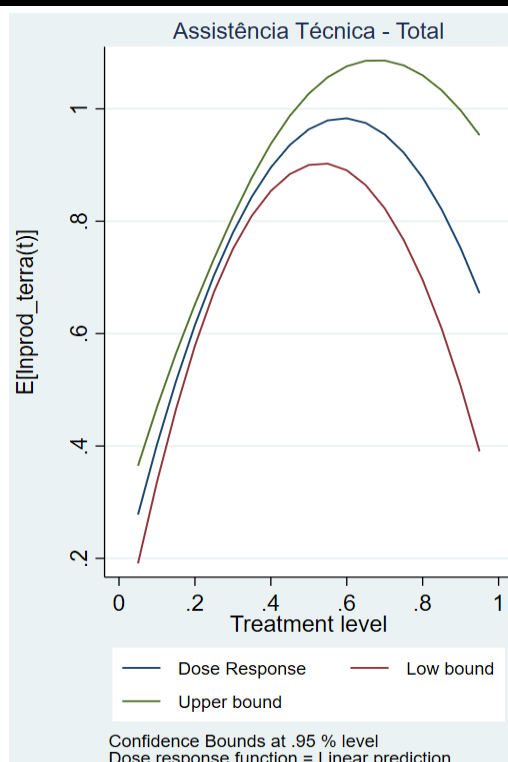
Quanto a produtividade do trabalho, os resultados indicam que produtores que recebem assistência técnica privada apresentam maior eficiência na utilização da mão de obra. O acesso a orientações especializadas possibilita a implementação de técnicas mais eficazes, reduzindo desperdícios e aumentando a produção por trabalhador. A maior eficiência decorre, em grande parte, da melhor capacitação dos trabalhadores e do uso de tecnologias que otimizam os processos produtivos. Assim, a assistência técnica privada contribui diretamente para um melhor aproveitamento do fator trabalho, impulsionando a competitividade e a sustentabilidade da produção agrícola.

Por outro lado, a assistência técnica pública, embora também desempenhe um papel relevante, apresenta impactos distintos sobre os indicadores analisados. A análise revela que a assistência pública tem um efeito positivo, mas menos expressivo na produtividade do trabalho quando comparada à assistência privada. Isso pode ser atribuído a uma menor especialização técnica e menor disponibilidade de recursos para acompanhamento contínuo. No entanto, a assistência pública se mostra mais acessível a um número maior de produtores, especialmente aqueles de menor porte, contribuindo para a inclusão produtiva e redução das desigualdades no acesso ao conhecimento agrícola.

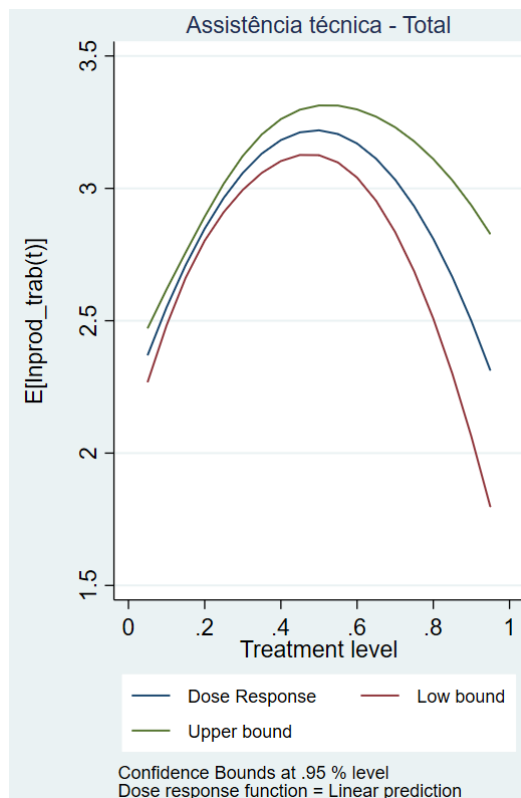
Figura 1. Efeito Dose-Resposta



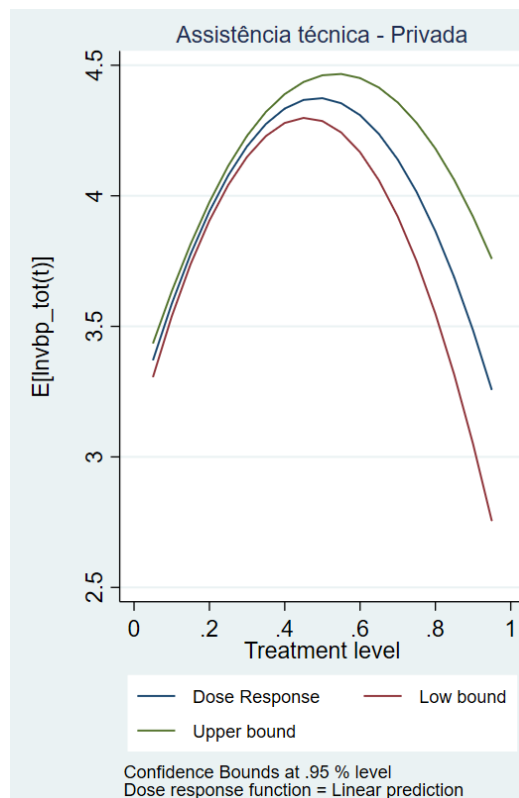
(A)



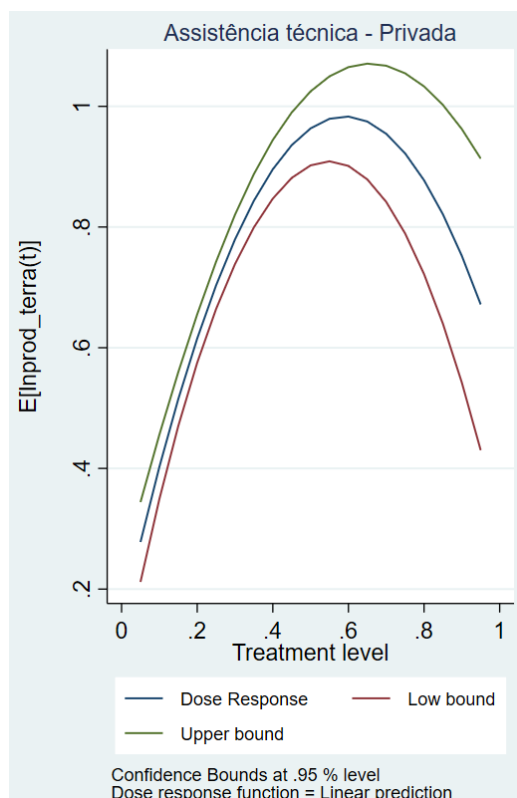
(B)



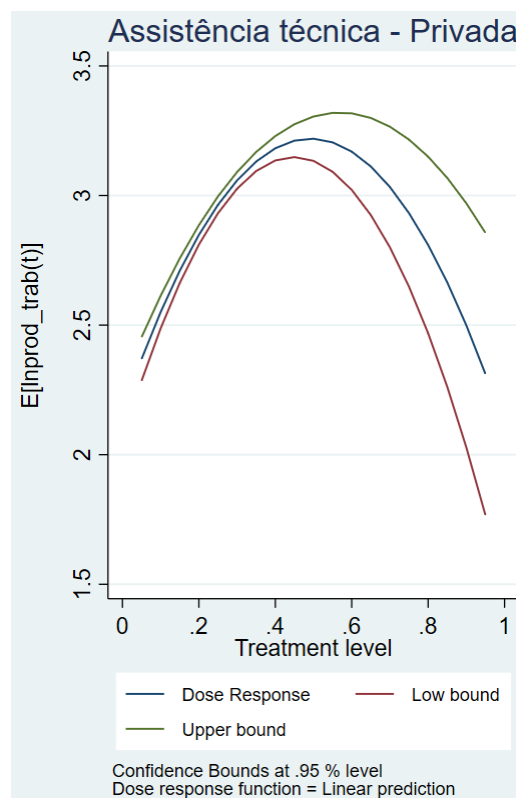
(C)



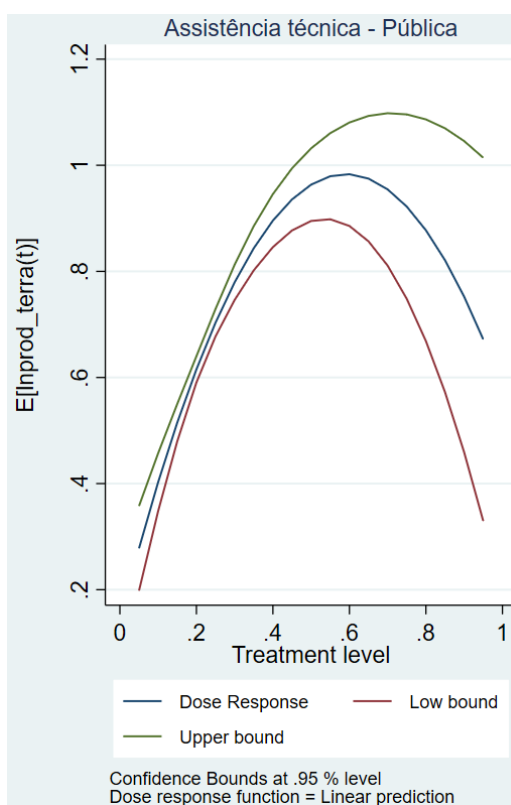
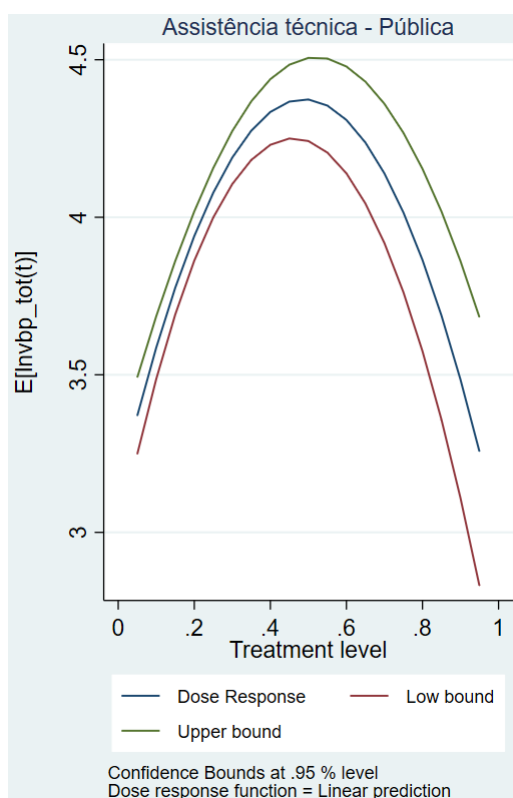
(D)



(E)

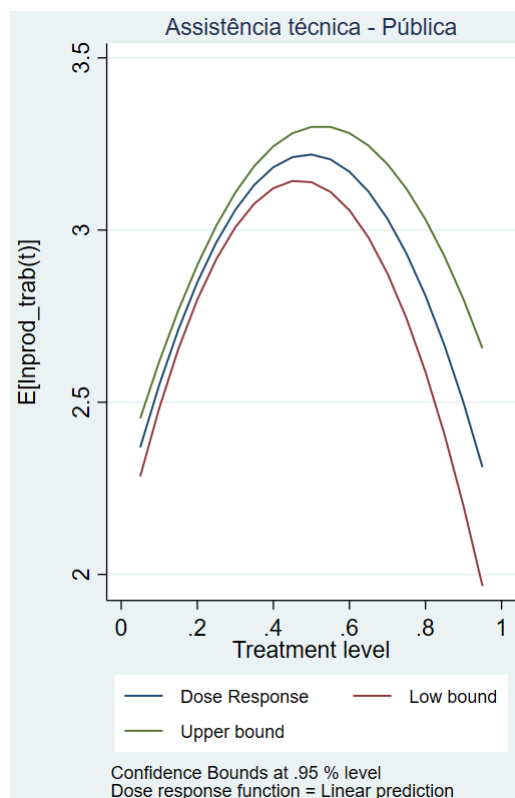


(F)



(G)

(H)



(I)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa analisou os impactos da assistência técnica, tanto privada quanto pública, sobre a produção agropecuária, com foco na produtividade do trabalho, da terra e no valor da produção. Utilizando a metodologia do Generalized Propensity Score (GPS), foi possível estimar os efeitos dessas modalidades de assistência considerando variáveis socioeconômicas, estruturais e climáticas.

Os resultados indicam que a assistência técnica privada apresenta maior impacto positivo na produtividade do trabalho e na eficiência produtiva dos estabelecimentos agrícolas. O acesso a serviços especializados e mais direcionados possibilita a adoção de tecnologias e práticas gerenciais que aumentam a eficiência da mão de obra, tornando o processo produtivo mais eficaz e competitivo.

Por outro lado, a assistência técnica pública, embora também relevante, mostrou impactos menos expressivos na produtividade. Isso pode ser explicado pela menor personalização do atendimento e pela limitação de recursos destinados ao acompanhamento contínuo dos produtores. Entretanto, a assistência pública tem um papel fundamental na inclusão produtiva, alcançando um



número maior de agricultores, especialmente os de pequeno porte, e contribuindo para a redução das desigualdades no setor.

Diante desses achados, recomenda-se que políticas públicas incentivem a complementaridade entre as duas formas de assistência técnica. Estratégias que integrem a expertise da assistência privada com a capilaridade da assistência pública podem otimizar os impactos positivos sobre a produção agrícola nacional. Além disso, investimentos em capacitação de técnicos e ampliação do acesso à assistência especializada podem potencializar ainda mais os ganhos de produtividade e sustentabilidade no campo.

Portanto, este estudo reforça a importância da assistência técnica como ferramenta essencial para o desenvolvimento agrícola, destacando a necessidade de políticas estruturadas que garantam um suporte eficiente e acessível aos produtores rurais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao pesquisador Marcelo Braga por gentilmente compartilhar a base de dados de variáveis climáticas utilizadas nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ADESOJI, S. A.; FAMAKINWA, M.; EGHOSA, A. E. Assessment of Agricultural Extension Students' Interest in Providing Private Extension Services in Nigeria. **Journal of Agricultural Sciences–Sri Lanka**, v. 14, n. 1, 2018.
- ANSHU, A. RANI, S.. Stakeholder's Participation in Technology Assessment, Refinement and Validation. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n. 6, 705-709, 2019.
- CHALLA, T. G.; TIBESSO, A. N.; MAMO, A. T.. Farming system characterization of Arsi zone: case of small-scale farming. **American Journal of Environmental and Resource Economics**, v. 4, n. 1, p. 12-24, 2019.
- DELGROSSI, M. E. et al. O impacto da assistência técnica e extensão rural para os agricultores familiares pobres: o caso do Programa Dom Hélder Câmara II. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 2, p. e271282, 2024.
- DHEHIBI, B. et al. Adoption and factors affecting farmer's adoption of technologies in farming system: a case study of improved technologies in ICARDA's Arabian Peninsula Regional Program. **Journal of Sustainable Development**, v. 10, n. 6, p. 1-13, 2017.
- DIXON, J., GIBBON, D., GULLIVER, A. **Farming systems and poverty**. Food & Agriculture Org., 2001.



FELEMA, J.; SPOLADOR, H. F. S.. Decomposição espacial do crescimento da Produtividade Total dos Fatores (PTF) da agropecuária brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, n. 3, p. e260708, 2022.

GARCIA, D. S. S.; PSCHIEDT, E. L. S.. O título verde e os objetivos do desenvolvimento sustentável: um meio viável para o fomento à agricultura familiar sustentável no Brasil. **Veredas do Direito**, v. 20, p. e202390, 2023.

GOMES, S. A. B.; AMORIM, L. B. de. Agricultura familiar: importância e dificuldades da inserção na alimentação escolar na microrregião de Picos–PI. **PesquisAgro**, v. 1, n. 1, p. 39-48, 2018.

IMANG, N.. Adoption level of indigenous communities on agricultural technology in East Kalimantan, Indonesia: Problem and adaptive solutions. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity**, v. 21, n. 3, 2020.

KALOGIANNIDIS, S.; SYNDOUKAS, D.. The impact of agricultural extension services on farm output: A worldwide viewpoint. **Research on World Agricultural Economy**, v. 5, n. 1, p. 96-114, 2024.

MASSAQUOI, S. B. ; KOROMA, S. A. ; MANYEH, R. I.,; MASSAQUOI, S. M.. Assessing the impact of agricultural education programmes on farm production in rural agricultural communities in Yoni Chiefdom, Tonkolili District, Northern Sierra Leone. **International Journal of Agriculture Extension and Social Development**, v. 5, n. 1, p. 92-102, 2022.

MOURA, A. C; KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R.. Extensão rural, produção agrícola e benefícios sociais no estado do Ceará. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 31, n. 2 p. 212-234, abr-jun. 2000.

NDEM, J. U. et al. Strategies for improving agricultural extension service delivery in Afikpo north local government area, Ebonyi State. **Journal of Agriculture and Ecology Research International**, v. 21, n. 9, p. 10-21, 2020.

Noor-E-Sabiha, M. E. H... Education Status of the Farmer and the Probability of Getting Extension Service: An Endeavour Toward the Sustainable Agriculture in Bangladesh. **International Journal of Agricultural Economics**, v. 2. n. 2, p. 42-49, 2017.

OLORUNFEMI, O. D. et al. Knowledge of extension agents on climate smart agricultural initiatives in South-West Nigeria. **Journal of Agricultural Extension**, v. 25, n. 4, 2021.

OTIENO, O. S., BUNYATTA, D. K.; BASWETI, E.. Comparative Analysis of the effectiveness of Project and Conventional Extension Approaches on Levels of Maize Production among Smallholder Farmers, A Case of One-Acre Fund in Seme Sub-County, Kenya. **East African Scholars Journal of Agriculture and Life Sciences**, v. 4, n. 3, p. 67-74, 2021.

PACHECO, M. A. S. et al. Importância da assistência técnica gerencial em fazendas leiteiras. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 4, n. 5, p. e453137-e453137, 2023.

PEIXOTO, A. T.; FERREIRA, R. L. A.. O Papel das Políticas Públicas no Desenvolvimento Sustentável da Agricultura Familiar. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, v. 5, n. 3, p. 1-5, 2023.

QUIJADA, D. W.; CAVICHIOLI, F. A.; SOARES, N. M.. Influência das políticas públicas na agricultura familiar. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 340-351, 2020.



RAMBO, J. R. et al. Política de ATER e os agricultores familiares beneficiários do PAA no estado de Mato Grosso: fatos e evidências em assentamentos de reforma agrária. **Retratos de Assentamentos**, v. 21, n. 1, p. 251-264, 2018.

RAGASA, C.; MAZUNDA, J.. The impact of agricultural extension services in the context of a heavily subsidized input system: The case of Malawi. **World development**, v. 105, p. 25-47, 2018.

SARYAM, M.; JENA, P.. Importance of professional competency of extension personnel. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci**, v. 8, n. 10, p. 1563-1573, 2019.

SARON, F. de A.; NEVES NETO, C. de C.; HESPANHOL, A. N.. As dificuldades de implementação dos programas de apoio à agricultura familiar no Brasil. **Boletim de geografia**, v. 35, n. 1, 2017.

SHANGSHON, B. B. et al. Impact of agricultural extension services on cereal production among rural farmers in Bhutan. **Journal of Agricultural Extension**, v. 27, n. 1, p. 13-26, 2023.

SILVA, J. V. B. da et al. Ecoeficiência da produção agropecuária na Amazônia brasileira: fatores determinantes e dependência espacial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. spe, p. e250907, 2021.

SIMÕES, M. da R. S. A importância da assistência técnica e extensão rural a produtores de base familiar. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 2, p. 1058-1076, 2021.

SINGH, N. K. et al. Impact of digital technologies in agricultural extension. **Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology**, v. 41, n. 9, p. 963-970, 2023.

SOUZA, P. M. de et al. Diferenças regionais de tecnologia na agricultura familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 4, p. 594-617, 2019.

USMAN, I.; ADAMU I.; BASHIR, A.. Experiential Analysis of Awareness and Adoption of E-Extension Among Poultry Farmers in Gombe State, Nigeria. **Journal of Biology Agriculture and Healthcare**, v. 10, n. 2, 2020.