UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

ASSISTÊNCIA TÉCNICA NA AGRICULTURA FAMILIAR: O PAPEL DA ENERGIA ELÉTRICA

JÚLIO CÉSAR SANTOS VITOR

RECIFE, FEVEREIRO/2026

JÚLIO CÉSAR SANTOS VITOR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA NA AGRICULTURA FAMILIAR: O PAPEL DA ENERGIA ELÉTRICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração e Desenvolvimento da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PADR/UFRPE), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Linha de pesquisa : *Linha 1: competitividade e gestão*

Orientador (a): Professor *André de Souza Melo, Mestre e Doutor em economia.*

RECIFE, FEVEREIRO/2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

V845a Vitor, Júlio César Santos.
Assistência técnica na agricultura familiar: o papel da energia elétrica / Júlio César Santos Vitor. – Recife, 2026.
63 f.

Orientador(a): André de Souza Melo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento, Recife, BR-PE, 2026.

Inclui referências.

1. Energia Elétrica. 2. Assistência Técnica. 3. Agricultura Familiar. I. Melo, André de Souza, orient. II. Título

CDD 338.1

FOLHA DE APROVAÇÃO

JÚLIO CÉSAR SANTOS VITOR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA NA AGRICULTURA FAMILIAR: o papel da energia elétrica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração e Desenvolvimento da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PADR/UFRPE), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Aprovado (a) em: 27 / 02 / 2026.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. André de Souza Melo (Orientador)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

_____

Profa. Dra. Gisleia Benini Duarte (Examinadora Interna)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

_____

Prof. Dr. Tarcisio Regis de Souza Bastos (Examinador Externo)
Centro Universitário Frassinetti do Recife - UniFAFIRE

Dedico este trabalho a todos aqueles que acreditaram em mim e que moldaram aquele que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, que sempre me ensinou a importância do estudo, pelo apoio constante e pela transmissão dos valores que carregarei para sempre comigo.

Agradeço a minha namorada, que, com sua calma, companheirismo e carinho, tornaram essa jornada acadêmica mais leve e a realização deste sonho possível.

Agradeço ao meu orientador, que me ajudou com seu conhecimento, ensinamento e apoio, além de abrir muitas oportunidades para mim neste ciclo de estudos.

Agradeço aos meus amigos e colegas pelos anos e alegrias compartilhados e pelas trocas de conhecimento, que enriqueceram a mim e a este trabalho.

“A riqueza de uma nação se mede pela riqueza do povo e não pela riqueza dos príncipes.” Adam Smith.

RESUMO

A agricultura familiar responde por mais de 23% do valor bruto da produção agrícola do Brasil, sendo estratégica para a segurança alimentar, a geração de emprego no meio rural e a preservação socioambiental. Apesar disso, enfrenta desafios históricos no acesso a crédito, infraestrutura, assistência técnica e tecnologias produtivas. Esta dissertação investiga como a eletrificação rural influencia o acesso à assistência técnica e extensão rural por agricultores familiares. A análise fundamenta-se em uma base teórica multidisciplinar, que inclui os enfoques da inclusão produtiva, difusão da inovação, modernização, meios de vida sustentáveis, inovação induzida e sistemas sociotécnicos. A pesquisa adota abordagem quantitativa, com dados secundários do IBGE e do Censo Agropecuário de 2017. A metodologia inclui análises descritivas da amostra, correlações e regressões lineares, utilizando características socioeconômicas como variáveis de controle, a fim de comparar estatisticamente municípios com diferentes níveis de acesso à eletricidade e à assistência técnica. Os resultados indicaram impactos regionalmente variados, sendo positivo e significativo para a região Nordeste, não significativo para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste e negativo e significativo para a região Norte. Tais achados sugerem que a eletrificação rural é um pilar para a ampliação do acesso á assistência técnica apenas em regiões subdesenvolvidas, enquanto em áreas economicamente avançadas, fatores como acesso ao crédito e utilização de corretivos de solo são mais determinantes. Logo, é possível inferir que a energia elétrica é relevante para o fortalecimento da agricultura familiar, mas incapaz de atuar isoladamente, reforçando a importância de ações estatais sensíveis às particularidades regionais.

Palavras-chave: energia elétrica; Assistência técnica; agricultura familiar.

ABSTRACT

Family farming accounts for more than 23% of the gross value of agricultural production in Brazil, making it strategic for food security, job creation in rural areas, and socio-environmental preservation. Despite this, it faces longstanding challenges in accessing credit, infrastructure, technical assistance, and productive technologies. This dissertation investigates how rural electrification influences access to technical assistance and rural extension services for family farmers. The analysis is grounded in a multidisciplinary theoretical framework, including approaches such as productive inclusion, innovation diffusion, modernization, sustainable livelihoods, induced innovation, and sociotechnical systems. The research adopts a quantitative approach, using secondary data from the IBGE and the 2017 Agricultural Census. The methodology includes descriptive analyses of the sample, as well as correlations and linear regressions, using socioeconomic characteristics as control variables in order to statistically compare municipalities with different levels of access to electricity and technical assistance. The results indicate regionally varied impacts, being positive and significant for the Northeast region, not significant for the South, Southeast, and Center-West regions, and negative and significant for the North region. These findings suggest that rural electrification is a pillar for expanding access to technical assistance only in underdeveloped regions, while in economically advanced areas, factors such as access to credit and the use of soil amendments are more decisive. Therefore, it can be inferred that electricity is relevant for strengthening family farming, but insufficient to act in isolation, reinforcing the importance of state actions that are sensitive to regional specificities.

Keywords: electric energy; Technical assistance; family farming.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Artigos utilizados para a criação do referencial teórico	30
Tabela 2	Variáveis utilizadas	38
Tabela 3	Estatísticas descritivas da amostra	39
Tabela 4	Análise bivariada dos dados nacionais	40
Tabela 5	Correlação parcial de Spearman com dados nacionais	41
Tabela 6	Resultados da regressão linear com dados nacionais	41
Tabela 7	Resultados da regressão linear com dados da região nordeste	43
Tabela 8	Resultados da regressão linear com dados da região norte	44
Tabela 9	Resultados da regressão linear com dados da região centro-oeste	46
Tabela 10	Resultados da regressão linear com dados da região sudeste	47
Tabela 11	Resultados da regressão linear com dados da região sul	49

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ATER	Assistência Técnica e Extensão rural
FAO	Food and Agriculture Organization
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
MEPI	Índice Multidimensional de Pobreza Energética
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua
SLF	*Sustainable Livelihoods Framework*

SUMÁRIO

1. Introdução 12
1.1 Apresentação da problemática 14
1.2 Objetivos 16
1.2.1 Objetivo geral 16
1.2.2 Objetivos específicos 16
1.3 Justificativa e relevância 16
2. Fundamentação teórica 19
2.1 A agricultura familiar no Brasil: Função social, econômica e desafios. 19
2.2 Infraestrutura rural e eletrificação como fatores de desenvolvimento 20
2.3 Assistência técnica e extensão rural (ATER) e sua relação com a inclusão produtiva 23
2.4 Relação entre energia elétrica e acesso à assistência técnica: Evidências de literaturas e dados 27
2.5 Integração entre infraestrutura, energia e ATER 29
3. Procedimentos metodológicos 34
4. Resultados 39
4.1 Nordeste 43
4.2 Norte 44
4.3 Centro-oeste 46
4.4 Sudeste 47
4.5 Sul 48
5. Discussão 51
6. Conclusão 56
Referências 58

1. Introdução

A agricultura familiar constitui um dos principais pilares da produção agropecuária brasileira, sendo essencial para o abastecimento alimentar, especialmente em regiões periféricas aos grandes centros urbanos. Seu papel vai além da segurança alimentar, estendendo-se à geração de emprego, renda (Cresol, 2025) e à preservação da identidade sociocultural de diversas comunidades rurais (Oliveira, 2014). Segundo dados do Núcleo de agronegócio Global (Insper, 2025), a agricultura familiar representa grande parte da produção nacional de diversas culturas, como mandioca (80,0%), bovinocultura de corte (78,8%), bovinocultura leiteira (62,8%) e feijão (58,9%), constituindo uma porção expressiva da base alimentar do país.

Além disso, de acordo com os dados do censo agropecuário de 2017, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a agricultura familiar é o pilar econômico de mais de 90% dos municípios com até 20 mil habitantes, também sendo responsáveis por 23% do valor bruto da produção agropecuária nacional. Dito isso, apesar de sua relevância econômica e social, a agricultura familiar enfrenta uma série de limitações estruturais que comprometem seu pleno desenvolvimento. Entre os principais obstáculos estão a deficiência de infraestrutura básica, o acesso restrito a crédito rural, a limitada oferta de assistência técnica (Canal Rural, 2015) e lacunas formativas relacionadas ao conhecimento técnico e gerencial (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil [CNA],2022). Tais fatores perpetuam um ciclo de vulnerabilidade e baixa competitividade dos agricultores familiares no mercado nacional.

Nesse contexto, a presença de serviços essenciais, como a energia elétrica, desempenha um papel estratégico. A eletrificação rural não apenas melhora a qualidade de vida das populações do campo, como também impulsiona a produtividade agrícola ao possibilitar a utilização de máquinas, sistemas de irrigação, tecnologias de conservação pós-colheita, processamento da produção, transporte otimizado e canais de comunicação digital. Conforme argumentam Cruz, Xavier e Teixeira (2024), o acesso à energia elétrica está diretamente relacionado à

adoção de inovações tecnológicas, promovendo a modernização das práticas produtivas e o aumento da eficiência das cadeias agrícolas. Entretanto, em regiões mais afastadas, como o norte e nordeste, o acesso a esse serviço essencial é precário, caro e de baixa qualidade, atrasando o desenvolvimento dessas comunidades (Barbosa, Santos e Silva, 2025).

Além da infraestrutura, o acesso à assistência técnica é fator determinante para o desenvolvimento da produção e de todos os benefícios que o acompanham, porém, existe uma barreira elevada, principalmente para os pequenos produtores rurais. As principais formas de ATER são a assistência técnica, consistindo de uma gama de ações diretas para resolver problemas de produção, como manejo de solo, instalações e controle de pragas; e a extensão rural, que visa ofertar um processo contínuo de educação não formal a fim de capacitar os produtores na gestão e economia de suas propriedades. Ambas englobam ações especialmente direcionadas para agricultores familiares com o intuito de aumentar a produtividade, dividindo-se em métodos individuais, como visitas técnicas e consultorias; e métodos coletivos, como cursos e treinamentos (ManejeBem, 2021).

A assistência técnica é um caminho para a superação de diversos desafios enfrentados dentro da agricultura, uma vez que oferece crédito, matéria-prima de alta qualidade, recursos produtivos, acesso à melhores mercados, introdução de novas tecnologias, monitoramento e gestão da produção e serviços de apoio ao agricultor. Este é um modelo comum em culturas de milho, soja e derivados animais, como o leite (Grisa e Schneider, 2015), porém também sendo frequente para outros tipos de culturas e para o manejo de forma geral, sendo uma maneira de agregar valor, incrementar a produção (Delgrossi *et al*., 2024), impulsionar a renda (Pereira e Castro, 2021) e permitir acessos a mercados antes quase impossíveis devido à escala de produção (Buehren *et al.*, 2017). Contudo, para que esse modelo possa ser implementado com a eficiência esperada, é crucial que haja energia elétrica dentro da propriedade.

No que tange a distribuição da rede elétrica no Brasil, a eletrificação rural, principalmente em áreas remotas do Norte e Nordeste ainda é um desafio, caminhando de forma lenta. Segundo a pesquisa nacional por amostra de domicílios contínua (PNAD), em 2024, aproximadamente 15% dos lares rurais da região Norte não possuíam acesso à rede geral de energia elétrica, sendo um valor quase 6 vezes superior a média nacional. Além disso, os lares rurais da região Nordeste são

os que têm a menor capacidade de obter energia elétrica por meios alternativos, uma vez que dois terços desses domicílios não dispõem dessa possibilidade. Esses fatores limitam os produtores dessas regiões a melhorar sua capacidade com a aplicação de novas tecnologias e formas de gerenciamento mais eficientes. Em consequência, isso afeta sua inclusão em oportunidades de recebimento de assistência técnica, visto que são exigidas condições mínimas para sua implementação adequada.

Adicionalmente, evidências empíricas apontam para uma expressiva desigualdade no acesso à energia entre os meios urbano e rural. Nesse contexto, existe o conceito de pobreza energética, que é definida como a incapacidade de uma família ou indivíduo de acessar energia suficiente e adequada para suprir suas necessidades básicas a preços acessíveis (Revista Amazônia, 2024). Barbosa, Santos e Silva (2025) demonstram que, no Brasil, os índices de pobreza energética são substancialmente mais elevados nas áreas rurais, aonde tanto a incidência de pobreza energética quanto o Índice Multidimensional de Pobreza Energética (MEPI) chegam a ser aproximadamente duas vezes superiores aos registrados em contextos urbanos.

Além disso, o estudo também revela que, nessas regiões, tanto a disponibilidade quanto a qualidade fornecimento de energia elétrica é significativamente inferior, o que se reflete na probabilidade da região estar enquadrada no status de pobreza energética ou de pobreza energética severa, que é cerca de 18 vezes superior do que na sua contraparte urbana, expondo a exclusão energética. Particularmente nas regiões Norte e Nordeste, observam-se os maiores níveis de vulnerabilidade, especialmente no Norte, mais de 40% da população vivem em um estado de vulnerabilidade à pobreza energética, e no nordeste, onde esse número pode ultrapassar 55% que apresentaram os piores indicadores[1]. Esses dados evidenciam a necessidade de políticas públicas multidimensionais e territorialmente sensíveis, capazes de enfrentar os desafios estruturais do acesso à energia no meio rural e promover, de forma sustentável e inclusiva, o desenvolvimento dessas populações.

[1] Os indicadores de MEPI são calculados através do produto entre a porcentagem de domicílios em condição de pobreza energética e a porcentagem de privações observadas nos indicadores energéticos destes domicílios.

1.1 Apresentação da problemática

Entre os diversos aspectos que influenciam o desenvolvimento da agricultura familiar, a infraestrutura básica (em especial o acesso à energia elétrica) configura-se como um fator decisivo para o acesso à assistência técnica e a inserção em cadeias produtivas mais organizadas, competitivas e sustentáveis (CNA, 2025). A ausência desse recurso essencial limita o produtor rural em áreas fundamentais, como comunicação eficaz, armazenamento seguro, processamento da produção e uso de equipamentos mecanizados, restringindo significativamente sua capacidade produtiva, gestão e comercialização. Além disso, a falta de energia pode comprometer o funcionamento de tecnologias essenciais para a produção agrícola moderna, criando um ciclo de baixa produtividade e exclusão do mercado (Buehren*, et al.* 2017). Essa deficiência estrutural compromete a possibilidade do agricultor em firmar parcerias com organizações públicas e privadas que oferecem assistência técnica, crédito rural e insumos de qualidade.

Vale ressaltar que essas organizações exigem que os produtores atendam certos requisitos mínimos a fim de estabelecer parcerias, como a possibilidade de adotar tecnologias que levam a práticas de produções mais eficientes. Logo, a falta de energia elétrica que ronda diversos estabelecimentos mais vulneráveis se caracteriza como um impeditivo para que os produtores participem de organizações produtivas mais lucrativas, visto que demandam comunicação contínua, armazenamento e processamento em larga escala (CNA, 2025).

Suportando essa ideia, a Food and Agriculture Organization (FAO, 2017) destaca que a eletrificação rural está fortemente relacionada com a capacidade dos agricultores em adotar técnicas mais avançadas de produção, possibilitando o acesso a mercados que exigem maiores padrões de qualidade, e, consequentemente, mais lucrativos. Tendo isso em vista, a exclusão tecnológica e estrutural, sentida por diversos agricultores familiares em regiões vulneráveis, acentua as desigualdades regionais e sociais, limitando o potencial de desenvolvimento local e a redução da pobreza rural (Zhang, Li e Fang, 2025).

Além disso, a energia elétrica possibilita maior autonomia na gestão da propriedade, favorece a adoção de técnicas sustentáveis e fortalece a capacidade de resposta diante de desafios climáticos e mercadológicos (Buehren*, et al.* 2017). Assim, torna-se imprescindível compreender como a presença de energia elétrica,

influencia a obtenção de assistência técnica por parte dos pequenos produtores, bem como seus impactos sociais e econômicos.

Diante desse cenário, a problemática central que este estudo propõe investigar é: **de que maneira a infraestrutura de uma propriedade agrícola familiar, particularmente o acesso à energia elétrica, impacta sua capacidade de obter qualquer forma de assistência técnica proveniente de organizações públicas e privadas?** Responder a essa questão contribuirá para ampliar o entendimento teórico e prático sobre o tema, fornecendo subsídios para o desenvolvimento de políticas e práticas mais eficazes no fortalecimento da agricultura familiar, com reflexos positivos em termos de geração de renda, emprego, inclusão social e segurança alimentar nas regiões rurais afastadas, além da redução das desigualdades sociais e regionais. Este conhecimento pode orientar investimentos públicos e privados para a melhoria da infraestrutura rural, garantindo maior equidade e sustentabilidade ao setor.

A questão que norteia esse estudo é:

- Qual é a influência da disponibilidade de energia elétrica na capacidade do produtor rural de acessar, usufruir e potencializar os benefícios da assistência técnica?

Por fim, compreender a relação entre eletrificação rural e acesso à assistência técnica poderá evidenciar de que maneira as desigualdades estruturais e a falta de recursos impactam a competitividade, a sustentabilidade e a inclusão social na agricultura familiar. Tal análise é especialmente relevante em regiões remotas e vulneráveis, onde o acesso à eletricidade ainda é limitado e a assistência técnica representa um diferencial crucial para a melhoria da produtividade, da qualidade de vida e do desenvolvimento territorial dos agricultores. Assim, este estudo busca contribuir para o avanço do conhecimento e para a formulação de estratégias que promovam o desenvolvimento rural inclusivo e sustentável.

1.2 Objetivos

Objetivo geral: Analisar a associação entre a presença de energia elétrica em estabelecimentos agropecuários familiares e o acesso e recebimento de serviços de

assistência técnica, considerando aspectos estruturais, produtivos, socioeconômicos e regionais.

1.2.1 Objetivos específicos:

- Caracterizar o perfil socioeconômico, produtivo e estrutural dos produtores rurais, em nível municipal com base no acesso à energia elétrica.
- Investigar como os fatores socioeconômicos e estruturais mediam ou modificam a associação entre disponibilidade de energia elétrica e acesso à assistência técnica em propriedades agrícolas familiares
- Examinar a disparidade regional existente no que tange ao acesso a energia elétrica e a utilização de assistência técnica.

Para atingir tais objetivos, o estudo adota uma abordagem quantitativa, utilizando dados secundários provenientes do censo agropecuário de 2017, divulgado pelo IBGE, utilizando como objeto de análise o estabelecimento agropecuário familiar, sendo estes analisados por meio de técnicas estatísticas descritivas, de correlação parcial de Spearman e análises de regressão linear, em nível nacional e com desagregação regional.

1.3 Justificativa e relevância

A agricultura familiar ocupa um papel estratégico na segurança alimentar, na geração de emprego e no fortalecimento da economia local em diversas regiões do Brasil. Entretanto, produtores familiares ainda enfrentam obstáculos estruturais que dificultam seu pleno desenvolvimento, especialmente relacionados à precariedade de infraestrutura básica, como a eletricidade, e ao acesso a serviços de apoio técnico, como a assistência rural pública ou privada.

Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de investigar a relação entre infraestrutura rural e a capacidade de integração do agricultor familiar em sistemas produtivos mais robustos. A energia elétrica, além de representar um recurso básico para o bem-estar, é um insumo indispensável para a adoção de tecnologias agrícolas, gestão da produção, comunicação com mercados e armazenamento seguro. Tendo isso em vista, se torna essencial investigar essa relação, especialmente para subsidiar políticas que visem tornar o agricultor familiar mais incluído, produtivamente falando, especialmente em regiões com maior

desigualdade social. Como destaca Yuan e Wang (2024), a infraestrutura rural é um elemento central para o desenvolvimento de comunidades agrícolas, e sua ausência impede que os pequenos produtores se integrem plenamente aos mercados e às políticas públicas voltadas ao fortalecimento do setor.

Além disso, compreender como a infraestrutura básica influencia na inserção dos pequenos produtores em sistemas produtivos mais organizados pode auxiliar organizações públicas e privadas que oferecem assistência técnica a desenvolver estratégias de atuação mais inclusivas e socialmente responsáveis. Ao identificar os entraves enfrentados por agricultores que não possuem acesso à energia elétrica, essas organizações podem redesenhar sua atuação de forma a considerar as desigualdades regionais e promover maior equidade no campo.

Por outro lado, evidenciar a importância da infraestrutura básica e seus benefícios também pode servir de estímulo para os próprios agricultores familiares repensarem suas prioridades de investimento e melhoria. A falta de acesso a serviços essenciais tende a ser normalizada em muitas regiões, o que reforça um ciclo de estagnação produtiva. Dessa forma, mostrar os impactos positivos da energia elétrica no acesso à assistência técnica pode contribuir para gerar demanda local por políticas de infraestrutura e tecnologias apropriadas.

Este estudo justifica-se, portanto, pela possibilidade de gerar reflexões práticas e orientações estratégicas para a formulação de políticas públicas mais eficazes, voltadas à inclusão e ao desenvolvimento rural sustentável. A consolidação da importância da infraestrutura básica, sobretudo da energia elétrica, não apenas para o funcionamento cotidiano das propriedades, mas também como pré-condição para o recebimento de assistência técnica, poderá fomentar o crescimento de comunidades agrícolas mais resilientes, produtivas e integradas aos mercados. Em última instância, essa dinâmica contribui para a redução da pobreza, o combate à fome e a elevação da qualidade de vida no campo.

2. Fundamentação teórica

2.1 A Agricultura Familiar no Brasil: Função social, econômica e desafios.

A agricultura familiar ocupa posição central na estrutura produtiva rural do Brasil. Segundo o IBGE (2024), cerca de 77% dos estabelecimentos rurais brasileiros se enquadram como familiares, sendo responsáveis por aproximadamente um quarto do valor bruto da produção agrícola do país. Trata-se de um setor com grande relevância social, econômica e ambiental, que emprega cerca de 10 milhões de pessoas e está profundamente vinculado à segurança alimentar, à diversidade da produção e à permanência das famílias no campo, sendo a espinha dorsal da produção de alimentos de países em desenvolvimento (Cresol, 2025; FAO, 2014, Oliveira, 2014).

A definição de agricultura familiar no Brasil foi consolidada na Lei nº 11.326/2006, que considera aspectos como a predominância da mão de obra familiar, gestão direta da propriedade e renda vinculada à produção. No entanto, apesar de sua importância estratégica, o setor ainda enfrenta desafios históricos, como baixa escala de produção, acesso limitado a crédito e tecnologias, pouca inserção em cadeias produtivas estruturadas e, sobretudo, deficiências graves de infraestrutura (Grisa e Schneider, 2015; Abramovay, 2007).

Para mitigar essas desigualdades, políticas públicas como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) têm buscado ampliar o acesso ao crédito, à assistência técnica e aos meios de produção (Brasil, 1996). Contudo, a efetividade dessas políticas ainda é desigual regionalmente, com maior concentração de benefícios nas regiões Sul e Sudeste, em detrimento de áreas mais vulneráveis do Norte e Nordeste (Cruz *et al.*, 2020).

Além disso, a agricultura familiar enfrenta problemas estruturais que se agravam em áreas onde há maior concentração de pobreza, baixa escolaridade e escassez de serviços públicos (Salima *et al.* 2023; Barbosa, Santos e Silva, 2025; Cruz *et al.* 2020). Isso reforça a necessidade de políticas intersetoriais que combinem apoio produtivo com investimentos em infraestrutura, serviços e inclusão digital.

2.2 Infraestrutura Rural e eletrificação como Fatores de Desenvolvimento

A infraestrutura rural constitui um dos pilares fundamentais para a promoção do desenvolvimento territorial sustentável e da inclusão produtiva no campo. A literatura especializada reconhece que elementos como estradas, telecomunicações, abastecimento de água, saneamento básico e, particularmente, a energia elétrica, são pré-condições para uma infraestrutura rural adequada e para a consolidação de sistemas produtivos eficientes e competitivos, sobretudo no contexto da agricultura familiar (Medeiros e Oliveira, 2020; Zhang, Li e Fang, 2025).

Esse entendimento dialoga com a **Teoria dos Meios de Vida Sustentáveis (*Sustainable Livelihoods Framework - SLF*)**, desenvolvida por Chambers e Conway (1992) e aprofundada por Scoones (1998), que concebe a infraestrutura como parte do capital físico essencial para garantir meios de vida sustentáveis às famílias rurais. Segundo essa perspectiva, a falta ou precariedade da infraestrutura limita o capital físico disponível, restringindo as capacidades produtivas e o acesso a serviços básicos, impactando diretamente a resiliência e a qualidade de vida no meio rural. Por outro lado, a presença de infraestrutura adequada tem sua influencia positiva estendida para outros tipos de capital, como o capital humano (por meio do acesso ao conhecimento e educação) e o capital social (através da comunicação e organização comunitária), configurando-se como um pilar crucial para a sustentabilidade da propriedade familiar.

Além disso, a importância da infraestrutura para o desenvolvimento da agricultura familiar pode ser explicada pela **Teoria da inovação induzida,** aprofundada por Hayami e Ruttan (1985). Essa abordagem enfatiza que a modernização agrícola, caracterizada pelo aumento da produtividade e eficiência, não ocorre de forma neutra ou espontânea, mas é induzida pelo aumento dos custos relativos dos fatores de produção e das necessidades específicas de um sistema agrícola. Nesse sentido, a introdução da energia elétrica nas propriedades rurais pode ser interpretada como um fator que altera abruptamente as condições de trabalho e produção, modificando o custo relativo dos fatores produtivos, visto que, com sua implementação, tecnologias antes inacessíveis tornam-se viáveis, induzindo transformações no modo de produção agrícola. Essa mudança estimula os produtores a adotarem inovações tecnológicas que aumentam a produtividade. A infraestrutura, nesse sentido, é uma condição prévia para a adoção de inovações que modernizam as práticas agrícolas e integram os produtores em mercados mais estruturados.

Essa relação entre infraestrutura e desenvolvimento rural é amplamente documentada. Regiões dotadas de infraestrutura consolidada apresentam melhores indicadores sociais e econômicos, como maior produtividade agrícola, menor êxodo rural e acesso facilitado a mercados. Além disso, evidenciam melhores condições de vida para a população do campo (Fraga e Ferreira-Filho, 2024; World Bank, 2024). Cervantes-Godoy e Dewbre (2010), em estudo da Organização para a cooperação e o desenvolvimento econômico (OCDE), apontam que investimentos em infraestrutura geram retornos superiores quando comparados aos subsídios diretos à produção, uma vez que ampliam capacidades locais, reduzem custos logísticos e integram os agricultores a cadeias de valor mais dinâmicas.

No Brasil, entretanto, persistem desigualdades regionais significativas no acesso à infraestrutura básica. Regiões como a Amazônia Legal e parte do Nordeste apresentam sérias deficiências estruturais, o que compromete a inserção dos agricultores familiares em mercados, restringe o acesso a serviços públicos e aprofunda a exclusão territorial (CNA, 2023; FAO, 2017). A ausência de infraestrutura impacta especialmente grupos socialmente vulneráveis, como mulheres e jovens rurais, que enfrentam maiores barreiras para acessar recursos produtivos e serviços de apoio, ampliando desigualdades e limitando a inovação no campo (FAO, 2019; Serebrisky, 2014).

Dentre os elementos de infraestrutura, a eletrificação rural ocupa lugar de destaque como vetor de transformação tecnológica e produtiva. Diversos autores destacam que o acesso à energia elétrica permite a adoção de máquinas e equipamentos modernos, como sistemas de irrigação automatizados, ordenhadeiras, câmaras frias e ferramentas digitais, que ampliam as possibilidades produtivas e a eficiência na gestão das unidades familiares (Buehren*, et al.* 2017; Cardoso, Oliveira e Silva, 2014). A eletrificação também viabiliza práticas sustentáveis, reduz perdas pós-colheita, melhora a qualidade dos produtos e permite novas formas de comercialização, especialmente por canais digitais, considerados um aspecto estratégico para regiões com difícil acesso físico a mercados.

Estudos empíricos reforçam esses impactos. Gashaye, Liu e Li (2025) demonstram que a energia elétrica está associada a melhorias nos indicadores de renda, escolaridade e saúde nas áreas rurais, substituindo fontes poluentes e caras, como geradores a diesel, além de evidenciar uma correlação positiva entre probabilidade de acesso à eletricidade e renda. Indo além, o World Bank (2017)

mostra que o acesso à eletricidade atua como um catalisador para o desenvolvimento local, principalmente em áreas vulneráveis, quando combinado com intervenções direcionadas, como acesso a financiamento, tecnologia e desenvolvimento de habilidades.

No Brasil, o Programa Luz para Todos (2003) representou um marco no processo de expansão da eletrificação rural. Apesar dos avanços, persistem desafios relevantes relacionados à qualidade, acesso e estabilidade do fornecimento, sobretudo em comunidades isoladas, o que limita os ganhos produtivos e o acesso a serviços como assistência técnica e extensão rural (PNAD, 2025; Barbosa, Santos e Silva, 2025).

A ausência ou precariedade do fornecimento elétrico repercute diretamente sobre a viabilidade econômica das atividades agrícolas. De acordo com um estudo do World bank (2024)**,** ao analisarem o semiárido nordestino, indicam que o acesso à energia e a rodovias adequadas possibilitou a inclusão de processos de beneficiamento e armazenamento que elevaram em até 60% a renda dos municípios. O CNA (2025) destaca que a presença de energia elétrica facilita o trabalho dos técnicos extensionistas, ao permitir o uso de tecnologias de comunicação, equipamentos e registros digitais, tornando a assistência técnica mais eficiente. Por outro lado, áreas não eletrificadas tendem a ser excluídas dessas iniciativas devido ao custo operacional elevado e à baixa efetividade das ações (Barbosa, Santos e Silva, 2025).

A abordagem metodológica predominante na literatura que investiga os impactos da eletrificação rural recorre a modelos quantitativos, como análises de painel, regressões econométricas e estudos espaciais. Esses métodos confirmam a correlação positiva entre infraestrutura elétrica e variáveis como renda, produtividade, inclusão digital e acesso a políticas públicas (Khandker *et al.*, 2014; Medeiros e Oliveira, 2020).

De uma perspectiva mais ampla, autores como De Janvry e Sadoulet (2000), bem como publicações recentes da FAO (2017), sustentam que o acesso à infraestrutura básica e tecnologia é um pré-requisito para a efetividade das políticas agrícolas e do aumento de participação dos agricultores na economia. Quando aliada à assistência técnica, ao crédito rural e à formação profissional, a eletrificação rural potencializa significativamente os impactos das políticas de desenvolvimento agrícola (Cardoso e Oliveira, 2013).

Por fim, a sustentabilidade dos investimentos em infraestrutura exige participação ativa das comunidades locais, o uso de tecnologias socialmente apropriadas e políticas que conciliem eficiência produtiva com justiça social e preservação ambiental (Shigute, 2022). Assim, a energia elétrica deve ser compreendida não apenas como um insumo produtivo, mas como um componente estratégico da infraestrutura rural, essencial para a inovação, equidade e fortalecimento da agricultura familiar no Brasil.

2.3 Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) e sua relação com a inclusão produtiva

A Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) constitui um dos pilares fundamentais para a inclusão produtiva e o desenvolvimento sustentável no meio rural, especialmente no contexto da agricultura familiar. Ela desempenha um papel estratégico na disseminação de inovações tecnológicas, capacitação dos agricultores, melhoria das práticas agropecuárias e fortalecimento da gestão das propriedades, resultando em aumento da eficiência produtiva, sustentabilidade ambiental e melhoria da qualidade de vida das famílias rurais (FAO, 2017; Reis, Moreira e Cunha, 2017).

Estudos mostram que o fortalecimento de programas extensivos de assistência aos produtores rurais tem impacto positivo em diversos aspectos da propriedade auxiliada, como participação econômica, área cultivada e a adoção de culturas voltadas para a venda (Buehren*, et al.* 2017). Esses impactos podem auxiliar o produtor a sair de uma situação de subsistência e investir em uma agricultura direcionada para o mercado, trazendo melhorias em sua renda e seguridade alimentar da sociedade ao seu redor.

Nesse sentido, a ATER atua como um instrumento central para a **abordagem teórica aplicada da inclusão produtiva ativa** (Campos, *et al.* 2013), conceito que envolve a integração efetiva dos indivíduos e comunidades nos mercados de trabalho e produção, de forma a superar não apenas a pobreza, mas também a exclusão social e econômica que decorrem de desigualdades estruturais profundas. A inclusão produtiva requer a combinação de políticas que possibilitem acesso a recursos, capacitação técnica e criação de oportunidades econômicas, garantindo que os grupos vulneráveis e marginalizados economicamente, como agricultores

familiares, possam participar ativamente e com autonomia dos processos produtivos e mercadológicos. Essa abordagem vai além do simples aumento de renda, abrangendo o fortalecimento da capacidade de atuação dos agricultores no mercado e sua inserção em cadeias produtivas sustentáveis e socialmente justas.

Além disso, a ATER pode ser compreendida à luz da **teoria da difusão da inovação**, proposta por Rogers (2003), que explica como as novas ideias, tecnologias e práticas são adotadas e disseminadas em uma população ao longo do tempo. Segundo essa teoria, o processo de adoção passa por etapas que envolvem o conhecimento, a persuasão, a decisão, a implementação e a confirmação da inovação. A extensão rural atua como canal crucial nesse processo, facilitando o acesso à informação e reduzindo as incertezas relacionadas às novidades tecnológicas e técnicas. Rogers destaca também a importância dos fatores sociais, como a influência dos pares e a confiança nos agentes difusores, aspectos que a ATER incorpora ao promover a troca de experiências entre agricultores e o fortalecimento das redes locais de cooperação. Portanto, o sucesso da assistência técnica depende não apenas da qualidade das tecnologias disponibilizadas, mas também da capacidade de envolver os agricultores em processos participativos e adaptados às realidades locais, acelerando a difusão e a adoção das inovações.

No Brasil, a ATER é reconhecida como instrumento essencial para a efetivação de políticas públicas voltadas ao fortalecimento da agricultura familiar, tais como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). Sua oferta é diversificada, sendo prestada por órgãos públicos, cooperativas, organizações não governamentais e empresas privadas (IBGE, 2017). Entretanto, a cobertura e qualidade do serviço apresentam desafios significativos, sobretudo em regiões remotas e menos favorecidas, onde a falta de infraestrutura, escassez de profissionais e dificuldades logísticas limitam a efetividade dos programas (IBGE, 2019; Grisa e Schneider, 2015).

A literatura destaca que a assistência técnica qualificada promove a inclusão produtiva ao reduzir as assimetrias de informação e facilitar a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e tecnologias apropriadas ao contexto local. Cruz *et al.* (2024) evidenciam que produtores assistidos têm maior probabilidade de aumentar produtividade, acessar mercados diferenciados e implementar técnicas que favorecem a segurança alimentar e a geração de renda. Essa assistência, quando

contínua e participativa, fortalece a autonomia dos agricultores e sua capacidade de planejamento, favorecendo um desenvolvimento endógeno e resiliente (Pereira e Castro, 2022; Grisa, 2018).

Modelos inovadores de ATER, baseados em integração vertical (expansão das operações de uma empresa para que a mesma passe a controlar mais de uma etapa de produção ou distribuição de um bem), têm ganhado destaque, nos quais empresas compradoras oferecem insumos e suporte técnico em troca da produção futura, aumentando a escala e previsibilidade das operações. Todavia, tais modelos pressupõem condições estruturais mínimas nas propriedades, como acesso a energia elétrica, armazenamento adequado e logística eficiente (Zylberstajn, 2005). A falta desses elementos compromete a eficácia dessas iniciativas e a sustentabilidade dos contratos firmados.

A importância da infraestrutura básica, especialmente da energia elétrica, para o sucesso da ATER é amplamente documentada. Estudos como o de Delgrossi *et al.* (2024) mostram que a ausência de sistemas básicos de infraestrutura dificultam o trabalho dos técnicos extensionistas, que enfrentam limitações para utilizar equipamentos, manter comunicação eficaz e aplicar tecnologias. Essa realidade resulta em menor frequência de visitas, desmotivação das equipes e redução da efetividade dos programas. O CNA (2022) corrobora essa relação, apontando que estabelecimentos com maior adequação tecnológica, proveniente do acesso à energia, têm maior densidade de atendimento técnico e uso mais intenso de tecnologias digitais para monitoramento e suporte. Essa correlação entre infraestrutura e ATER também é evidenciada em análises quantitativas, como as conduzidas por Pereira e Castro (2022), que utilizaram dados do Censo Agropecuário de 2017 para demonstrar que a presença de energia elétrica aumenta significativamente a probabilidade de um produtor receber assistência técnica, especialmente em regiões com baixa densidade de técnicos. Essa exclusão não decorre apenas da ausência de políticas públicas, mas também das barreiras estruturais que limitam o alcance dessas ações, reforçando desigualdades territoriais e socioeconômicas. Delgrossi *et al.* (2024) afirma que a ATER é ainda mais eficaz no combate da pobreza e no aumento da renda dos produtores rurais quando está atuando em conjunto com ações de fomento produtivo, como o investimento em energia elétrica.

No cenário internacional, programas de extensão rural em países da África, Ásia e América Latina reforçam a importância de políticas integradas que associem ATER a investimentos em infraestrutura e acesso ao crédito. Christiaensen e Demery (2018), bem como Bahiru, Senapathy e Bojago (2022) argumentam que essa combinação é fundamental para romper ciclos de pobreza rural e assegurar a seguridade alimentar. Programas como o Farmer Field School (FAO, 2020) e o National Agricultural Advisory Services (NAADS, 2001) em Uganda demonstram que a assistência técnica, quando adaptada ao perfil dos agricultores e alinhada a estratégias de mercado, pode transformar a base produtiva e social das comunidades rurais.

Além do impacto econômico, a ATER contribui para a construção de capital social nas comunidades, promovendo cooperação entre produtores, fortalecimento de redes locais e difusão de práticas sustentáveis. Em um contexto marcado pela necessidade de transição agroecológica e adaptação às mudanças climáticas, a extensão rural assume papel estratégico para garantir a resiliência dos sistemas agrícolas e a inclusão econômica e social no meio rural (Vilanova *et al.,* 2023).

Metodologicamente, o estudo da ATER combina abordagens quantitativas e qualitativas. Pesquisas de campo, entrevistas, análises estatísticas e modelos econométricos têm sido utilizados para mensurar os impactos da assistência técnica na produtividade, renda, adoção tecnológica e inclusão social dos agricultores (Pereira e Castro, 2022; Shigute, 2022; Khandker *et al.* 2014). Esses estudos reforçam a importância de intervenções contínuas, contextualizadas e participativas para o sucesso das ações extensionistas.

Finalmente, diante dos desafios contemporâneos (como as mudanças climáticas, a crescente demanda por alimentos e a persistente desigualdade rural) o aprimoramento da ATER é imprescindível. Isso requer o fortalecimento das políticas públicas, o aumento do financiamento, a capacitação dos técnicos, o investimento em infraestrutura e a integração com outras políticas sociais e produtivas. Assim, a ATER poderá cumprir seu papel transformador, promovendo inovação, sustentabilidade e inclusão produtiva na agricultura familiar brasileira (FAO, 2017; Grisa, 2018).

2.4 Relação entre energia elétrica e acesso à assistência técnica: evidências de literaturas e dados

A integração entre infraestrutura básica, com destaque para o acesso à energia elétrica, e os serviços de assistência técnica e extensão rural (ATER) configura-se como um elemento central para o desenvolvimento sustentável e inclusivo da agricultura familiar. A infraestrutura rural oferece as condições mínimas para o funcionamento das propriedades e para a adoção de inovações tecnológicas, enquanto a eletrificação permite a mecanização, o uso de tecnologias avançadas e a comunicação eficaz entre produtores, técnicos e mercados, ampliando a conectividade e as oportunidades de inclusão produtiva e acesso a informações (Henrique e Sousa, 2024; Practical Action, 2019).

Adicionalmente, a relação entre eletrificação rural e assistência técnica pode ser compreendida à luz da **teoria da modernização**, especialmente conforme desenvolvida por Inglehart e Welzel (1997). Segundo essa abordagem, o desenvolvimento econômico e a expansão da infraestrutura estão associados à transição de valores tradicionais para valores racionais e seculares, promovendo mudanças institucionais e comportamentais que favorecem a inovação, a organização produtiva e a busca por maior eficiência. No contexto da agricultura familiar, o acesso à energia elétrica representa mais do que a superação de uma carência material: simboliza um marco na transição para formas modernas de produção, gestão da propriedade e inserção no mercado. A presença da eletricidade amplia a capacidade de planejamento, permite maior diversificação de atividades e estimula novos padrões de consumo e comunicação, todos os elementos compatíveis com os valores da modernidade agrícola. Assim, a infraestrutura elétrica atua como vetor simbólico e prático da modernização rural, fortalecendo a aderência dos agricultores às redes institucionais de suporte técnico e inovação.

Por outro lado, **a teoria dos sistemas sociotécnicos**, proposta por Frank W. Geels (2004) oferece um arcabouço analítico útil para entender como mudanças tecnológicas, como a expansão da energia elétrica no meio rural, reconfiguram sistemas produtivos complexos, interligando elementos materiais (infraestrutura, equipamentos, insumos) e imateriais (conhecimento, normas, rotinas institucionais). Geels argumenta que inovações tecnológicas não se difundem de maneira isolada, mas dependem de transformações simultâneas em regimes sociotécnicos estabelecidos. Na agricultura familiar, a introdução de tecnologias baseadas em eletricidade, como sistemas de irrigação automatizados, sensores climáticos, unidades de beneficiamento e conectividade digital, altera não apenas o modo de

produção, mas também as relações entre agricultores, extensionistas, fornecedores e consumidores. Esses sistemas demandam novas competências, formas de organização coletiva e políticas públicas adaptadas, evidenciando que a infraestrutura energética é parte de uma mudança sociotécnica mais ampla, que exige coordenação interinstitucional e apoio continuado para alcançar estabilidade e escala.

Estudos mostram que a ausência ou precariedade no fornecimento de energia elétrica limita severamente a capacidade dos agricultores familiares de se beneficiarem da assistência técnica, dificultando a adoção de boas práticas agrícolas, o armazenamento adequado e a comercialização eficiente da produção (Buehren*, et al.* 2017; FAO, 2017; CNA, 2022). Essa limitação gera um ciclo de exclusão produtiva, uma vez que a falta de energia inviabiliza o uso de equipamentos essenciais, a conectividade digital e o acompanhamento técnico constante, fatores decisivos para o aumento da produtividade e para a inserção em mercados mais competitivos (Delgrossi *et al.*, 2024; Salima *et al.*, 2023).

Dados brasileiros indicam que, apesar dos avanços promovidos pelo programa Luz para Todos e outras iniciativas, ainda existem lacunas importantes no acesso à energia, especialmente em regiões remotas, como a Região Norte, onde aproximadamente de 6% dos estabelecimentos familiares permanecem sem eletricidade (IBGE, 2017; CNA, 2022). A presença da eletricidade está diretamente associada ao aumento da probabilidade de recebimento de assistência técnica, com produtores eletrificados sendo mais propensos a receber apoio técnico regular, conforme demonstrado pela CNA (2022). Essa relação se deve à possibilidade de conectividade entre diversos dispositivos e a utilização de celulares, internet, rádios, além de equipamentos para armazenamento e produção que dependem de energia (Henrique e Sousa, 2024).

No âmbito internacional, experiências em países em desenvolvimento confirmam esses achados. Pesquisas em Gana e Ruanda, por exemplo, apontam que a eletrificação rural aumenta a frequência de visitas de agentes técnicos e facilita a adoção de tecnologias modernas, além de melhorar a qualidade de vida, reduzir o tempo dedicado a tarefas domésticas e favorecer a permanência dos jovens no campo (Peters e Sievert, 2016). Também é relevante o impacto da energia elétrica na organização coletiva dos produtores, fortalecendo associações,

cooperativas e agroindústrias familiares, que são fundamentais para a difusão do conhecimento e para a mediação dos serviços de ATER (Schneider, 2010).

Metodologias quantitativas têm sido amplamente utilizadas para mensurar essa relação, aplicando modelos de regressão logística que indicam que a presença de energia elétrica, aliada a fatores como escolaridade, aumenta significativamente a chance de acesso a serviços técnicos, mesmo em contextos adversos (Cruz *et al.* 2020*;* Salima *et al.* 2023). Essas análises ressaltam a importância da infraestrutura como mediadora em políticas públicas integradas, pois a eletrificação é frequentemente pré-requisito para a adoção de tecnologias intermediárias, como irrigação, resfriamento, mecanização leve e produção em estufas, que demandam suporte técnico constante (Grisa, 2018; FAO, 2017).

Por fim, a literatura é unânime ao defender que a eletrificação rural não deve ser tratada como um fim isolado, mas como parte de um conjunto integrado de políticas públicas que envolvam capacitação técnica, acesso a crédito e fortalecimento de serviços de ATER, visando a transformação produtiva, social e ambiental da agricultura familiar (Anderson e Feder, 2007; World Bank, 2017; FAO, 2019). A ausência desse alinhamento reforça as desigualdades estruturais no meio rural, perpetuando a exclusão produtiva e social. Portanto, investir em energia elétrica junto com assistência técnica qualificada é essencial para garantir a sustentabilidade, a inclusão e o desenvolvimento rural equitativo no Brasil.

2.5 Integração entre Infraestrutura, Energia e ATER.

A relação entre infraestrutura básica, energia elétrica e assistência técnica não é apenas complementar, mas sinérgica. A presença de uma estrutura mínima é um pré-requisito para que a assistência técnica possa alcançar seu potencial transformador, sendo a energia o elemento-chave que viabiliza quase todas as demais tecnologias (De Janvry e Sadoulet, 2000; CNA, 2025).

Diversas organizações afirmam que o fornecimento de insumos de alta qualidade, como sementes e fertilizantes especiais, só resulta em melhorias reais quando há condições adequadas de infraestrutura local, como formas de aplicação e monitoramento técnico (World bank, 2017), acesso a mercados, serviços de extensão e conhecimento técnico (FAO, 2017). Já Salima *et al.* (2023) ressaltam que o acesso ao crédito formal melhora a seguridade alimentar e está ligado à

escolaridade, ao tamanho da propriedade, tamanho da família e à infraestrutura, fatores muitas vezes ausentes nas regiões mais carentes.

Além dos ganhos econômicos, essa integração afeta positivamente o capital social e a coesão comunitária. A chegada da energia permite reuniões noturnas, cursos técnicos, mobilização local e desenvolvimento de lideranças, o que reforça os laços sociais e facilita a disseminação de boas práticas (FAO, 2017).

Portanto, compreender essa integração é crucial para o desenho de políticas públicas que busquem combater a desigualdade rural com eficiência. Investir em energia elétrica para agricultores familiares significa não apenas iluminar casas, mas também potencializar a inclusão produtiva, gerar renda e transformar comunidades.

Abaixo, segue uma tabela demonstrando quais foram os artigos lidos para a criação deste referencial teórico.

Tabela 1: Artigos empíricos utilizados para a criação do referencial teórico

Título	Autor (es)	Contribuição
Status of household food security, its determinants, and coping strategies in the Humbo district, Southern Ethiopia.	BAHIRU, A.; SENAPATHY, M.; BOJAGO, E.	Apontam como o acesso a crédito formal aumenta a seguridade alimentar.
The impact of strengthening agricultural extension services: Evidence from Ethiopia.	BUEHREN, N.; GOLDSTEIN, M.; MOLINA, E.; VAILLANT, J.	Os resultados mostram que o fortalecimento da extensão agrícola afeta positivamente o tamanho da área plantada, a renda da propriedade e possibilitam o foco na agricultura orientada para o mercado.
Eletrificação rural e desenvolvimento regional: uma análise do Programa Luz para Todos.	CARDOSO, B. F.; OLIVEIRA, T. J. A. de; SILVA, M. A. da R.	Apresentou a importância de programas sociais para o acesso a eletrificação rural e para a melhoria da qualidade de vida no campo.
Economic importance of agriculture for poverty reduction.	CERVANTES-GODOY, D.; DEWBRE, J.	Comparou diversos países a fim de demonstrar que o aumento no investimento em agricultura foi fundamental para a redução da pobreza.
Agriculture in Africa: Telling	CHRISTIAENSEN, L.;	Os autores trazem à tona que

myths from facts.	DEMERY, L.	o investimento em coleta de dados, principalmente na área rural, traz diversos benefícios sociais, como a redução da pobreza.
Effects of technical assistance and rural extension actions on the quality of life of rural producers.	CRUZ, J. E.; XAVIER, J. B.; TEIXEIRA, S. M.	Os autores destacam a contribuição positiva da ATER nos aspectos econômicos e financeiros dos produtores rurais auxiliados.
Acesso da agricultura familiar ao crédito e à assistência técnica no Brasil.	CRUZ, N. B.; JESUS, J. G.; BACHA, C. J. C.; COSTA, E. M.	Os resultados deste trabalho apresentam que existe uma menor probabilidade do homem nordestino com baixa escolaridade de acessar programas de assistência técnica, como o PRONAF.
Rural poverty in Latin America: Determinants and exit paths	DE JANVRY, A.; SADOULET, E.	Os autores destacam que o principal motivo para a redução da pobreza no meio rural dentro da América Latina é o êxodo e não o desenvolvimento agrícola.
O impacto da assistência técnica e extensão rural para os agricultores familiares pobres: o caso do Programa Dom Hélder Câmara II.	DELGROSSI, M. E.; VIEIRA, L. C. G.; AVILA, M. L.; VALENCIA PERAFÁN, M. E.; MIRANDA FILHO, R. J.	Através desse estudo, foi possível concluir que a assistência técnica e extensão rural são eficazes para o benefício do produtor rural, especialmente quando associada com recursos de fomento produtivo.
Infrastructure, growth and productivity: An analysis in dynamic heterogeneous panels.	FRAGA, J. S.; FERREIRA FILHO, H. L.	Este artigo evidencia que o menor estoque de infraestrutura é fator limitante para o crescimento econômico, sendo associado com a redução da produtividade.
The effect of access to electricity on rural households	GASHAYE, S.; LIU, Y.; LI, D.	Este estudo mostra como o acesso à energia elétrica

of underdeveloped countries: Evidence from Ethiopia.		reduz gastos com fontes de energia alternativa, o que também traz benefícios em aspectos como renda, saúde e escolaridade.
Agricultura digital: Desafio da conectividade no campo para o desenvolvimento da agricultura familiar	HENRIQUE, B.; SOUSA, B.	Os autores argumentam que a falta de conectividade dentro da propriedade agrícola traz prejuízos socioeconômicos para o produtor.
Modernization, cultural change, and democracy: The human development sequence.	INGLEHART, R.; WELZEL, C.	Os autores destacam a teoria da modernização, que afirma que o avanço nas técnicas também se reflete num avanço dos valores de uma população.
Who benefits most from rural electrification? Evidence in India	KHANDKER, S. R.; SAMAD, H. A.; ALI, R.; BARNES, D. F.	Os autores afirmam que a eletrificação aumenta a eficiência do trabalho, a escolaridade e reduz a pobreza.
O acesso à infraestrutura e a pobreza no Brasil: uma investigação empírica	MEDEIROS, V.; OLIVEIRA, A. M. H. C.	Os autores defendem que o acesso à infraestrutura básica, como a eletrificação, diminui o nível de pobreza domiciliar.
Impacts of rural electrification revisited – The African context	PETERS, J.; SIEVERT, M.	Este estudo evidencia a energia solar como alternativa barata para a alta demanda de energia elétrica.
O efeito marginal do capital humano na agricultura familiar	REIS, C. V. S.; MOREIRA, T.; CUNHA, G.	Este estudo demonstra a importância da assistência técnica para a formação do capital humano nas propriedades rurais.
The impact of credit access on household food security in Malawi.	SALIMA, W.; MANJA, L. P.; CHIWAULA, S. L.; CHIRWA, G. C.	Os autores defendem que o acesso ao crédito, melhora aspectos sociais fundamentais, como

		seguridade alimentar e escolaridade.
Aumentar ou reduzir: como o investimento em infraestrutura rural afeta a renda dos moradores das aldeias?	YUAN, S.; WANG, X.	Os autores analisam o efeito do investimento em infraestrutura rural no aumento da renda dos moradores.
Two digital divides and income inequality: a global perspective	ZHANG, J.; LI, Y.; FANG, Z.	O trabalho estudou a associação entre acesso à digitalização e renda globalmente.

Fonte: Realizado pelo autor

Por fim, a literatura relevante sobre o tema passa um recado de que a assistência técnica rural, mesmo sendo reconhecidamente eficaz na alavancagem da produtividade agrícola, ainda tem como condicionante fundamental para sua aplicação e benefícios, a disponibilidade de energia elétrica. Estudos demonstram que, além de viabilizar a adoção de tecnologias mais modernas, a eletrificação potencializa a capacidade dos produtores de implementarem as orientações recebidas pelos extensionistas rurais de forma plena. Tendo isso em vista, é possível afirmar que a infraestrutura rural é um pilar do desenvolvimento regional, capaz de diminuir desigualdades e de reduzir o êxodo rural. A relevância dessa relação é melhor observada quando levamos em conta o papel crucial da agricultura familiar na renda e seguridade alimentar de diversos municípios do país. Vale ressaltar que a sinergia entre assistência técnica e eletrificação rural desponta como um elemento central para a renovação produtiva e para fortalecimento sustentável da agricultura familiar, sinalizando que políticas de extensão rural alcançam resultados superiores quando atuam em conjunto com investimentos adequados em infraestrutura básica.

3. Procedimentos metodológicos

Este estudo adota uma abordagem quantitativa, descritiva e explicativa, com o objetivo de analisar empiricamente a relação entre a presença de energia elétrica em estabelecimentos da agricultura familiar e a probabilidade de recebimento de assistência técnica por parte desses produtores.

A pesquisa é caracterizada como quantitativa por se basear na mensuração numérica de variáveis e na aplicação de técnicas estatísticas para testar hipóteses e identificar padrões. Segundo Gil (2017), a pesquisa quantitativa busca mensurar dados e generalizar resultados a partir de uma amostra para a população, sendo apropriada quando se deseja estabelecer relações causais ou correlacionais entre fenômenos. Além disso, trata-se de um estudo descritivo, na medida em que procura caracterizar o perfil de produtores com e sem acesso à energia elétrica, e explicativo, pois busca compreender os fatores que influenciam o acesso à assistência técnica, investigando as causas e consequências de tal fenômeno (Lakatos e Marconi, 2017; Vergara, 2016).

Os dados utilizados neste trabalho foram extraídos da base de microdados do Censo Agropecuário de 2017, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Essa base foi escolhida por oferecer informações confiáveis, atualizadas e detalhadas sobre os aspectos estruturais, econômicos e sociais dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. Entre as variáveis disponíveis, destacam-se aquelas relacionadas à presença de energia elétrica, recebimento de assistência técnica, características do produtor e perfil produtivo da propriedade.

O objeto de análise conceitual da pesquisa é o estabelecimento agropecuário familiar, definido conforme os critérios estabelecidos pela Lei nº 11.326/2006, que considera a predominância de mão de obra familiar, a gestão direta pelo produtor, a renda majoritariamente originada da produção rural e a área total de até quatro módulos fiscais, cuja extensão varia de estado para estado (Brasil, 2006). Entretanto, a análise é empiricamente conduzida no nível municipal, a partir da junção dos dados dos estabelecimentos familiares agropecuários referentes a cada cidade do país, analisada de modo inicialmente nacional (n = 5.542 municípios), e, em seguida, de forma regional (n-Norte = 450; n-Nordeste = 1.793; n-Centro-Oeste = 467; n-Sudeste = 1.646; n-Sul = 1.186), de modo que as variáveis utilizadas

representam proporções, médias ou indicadores das propriedades dentro desse âmbito.

A variável dependente da análise será o recebimento de assistência técnica, codificada de forma percentual (número de estabelecimentos dentro de um município que recebem assistência técnica dividida pelo número total de estabelecimentos agropecuários familiares). A variável independente principal é a presença de energia elétrica no estabelecimento, também tratada como percentual (número de estabelecimentos dentro de um município que possuem acesso à energia elétrica dividida pelo número total de estabelecimentos agropecuários familiares). Serão utilizadas ainda variáveis de controle para isolar o efeito da eletrificação, sendo elas: escolaridade do produtor, idade média do município, renda bruta do município, área média das propriedades, utilização de corretivos de solo, adoção de irrigação, média de veículos por propriedade e acesso a crédito.

A variável de renda foi operacionalizada por meio da renda bruta média dos estabelecimentos familiares dos municípios, visando controlar a assimetria resultante da diferença de escala das unidades de análise. Entretanto, tendo em vista a concentração à esquerda dos dados, os mesmos foram transformados em logaritmo natural, reduzindo o impacto de fatores extremos e aproximando a normalidade. Essa técnica também foi utilizada para operacionalizar a variável de área média das propriedades.

Logo após, foram operacionalizadas as variáveis referentes à utilização de corretivos de solo, onde o número de estabelecimentos agropecuários que utilizam tais corretivos foi dividido pelo número total de municípios, e à média de veículos por propriedade agrícola, onde se dividiu a quantidade de veículos existentes no município pela quantidade de estabelecimentos agropecuários.

Em seguida, para operacionalizar a variável de idade média, foi utilizada a técnica de ponderação, onde o número de produtores em cada uma das faixas etárias foi multiplicado pelo seu respectivo peso. O mesmo método foi utilizado para operacionalizar a variável de educação do produtor, onde os títulos de escolaridade foram substituídos pelos anos de estudo correspondentes. Por fim, a variável de acesso a crédito foi operacionalizada a partir da divisão entre estabelecimentos dentro de um município que fizeram uso de financiamento dividido pela quantidade total de estabelecimentos. Vale ressaltar que as variáveis de controle representam características médias dos estabelecimentos rurais em nível municipal.

Os dados foram organizados no software Excel e analisados no software Jamovi, amplamente utilizados em pesquisas de ciências sociais aplicadas e escolhidos pela capacidade de atender todos os requisitos necessários para essa pesquisa. Inicialmente, serão realizadas análises descritivas para caracterização da amostra de forma integral, com estatísticas de média e quantidade de termos. Após isso, foram utilizados histogramas para analisar a distribuição dos dados presentes em todas as variáveis. Em seguida, foi realizada a análise bivariada, utilizando-se o coeficiente de correlação de Spearman, adequado para avaliar a associação entre variáveis contínuas ou ordinais, especialmente em contextos nos quais não se assume normalidade na distribuição dos dados. Essa etapa permitiu identificar a direção e a magnitude da associação entre o acesso à energia elétrica e o recebimento de assistência técnica no nível municipal em todo o país, sem a interferência de qualquer variável controladora.

Adicionalmente, foi produzida uma correlação parcial de Spearman, que englobou e analisou todos os dados de uma só vez, com o objetivo de examinar a associação entre as variáveis de interesse controlando-se por características socioeconômicas e estruturais dos estabelecimentos da agricultura familiar, tais como renda média, área média, escolaridade, idade média dos produtores, utilização de irrigação, corretivos de solo, média de veículos por propriedade e acesso ao crédito. Essa combinação de fatores foi escolhida, pois permite visualizar e conter os efeitos confundidores de aspectos como escala produtiva, capacidade econômica e capital humano dos produtores. A análise de correlação é utilizada para mensurar a força e direção da associação entre duas variáveis, não sendo capaz de presumir uma relação causal entre elas, sendo útil em estudos exploratórios e análises iniciais de relações empíricas (Pestana e Gageiro 2014).

Após isso, foi utilizada uma regressão linear múltipla em nível nacional e, em seguida, uma regressão linear múltipla para cada região brasileira, com o intuito avaliar a heterogeneidade da relação entre a proporção de estabelecimentos da agricultura familiar que recebem assistência técnica (variável dependente) e a proporção de estabelecimentos com acesso à energia elétrica, incorporando as variáveis de controle ao modelo, para que seja possível captar as individualidades de cada divisão do país. A escolha pela regressão linear justifica-se pelo fato de as variáveis serem operacionalizadas em forma de proporções, médias e valores contínuos agregados em nível municipal, o que torna esse modelo estatístico

adequado para estimar associações condicionais entre uma variável dependente e múltiplas variáveis independentes, permitindo visualizar o efeito de cada fator (Gujarati e Porter, 2011).

Os resultados da regressão foram interpretados a partir dos coeficientes estimados, de suas estimativas padronizadas e dos respectivos valores de significância estatística, adotando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$) e intervalos de confiança de 95%. Essa abordagem permite avaliar o papel do acesso à energia elétrica no acesso à assistência técnica, controlando-se simultaneamente por fatores potencialmente desorientadores, contribuindo para uma análise mais robusta dos determinantes desse fenômeno no contexto da agricultura familiar.

A abordagem metodológica adotada visa garantir rigor analítico e objetividade na interpretação dos dados, permitindo que os resultados obtidos possam subsidiar políticas públicas de inclusão produtiva no meio rural. Ao quantificar os efeitos da presença de energia elétrica sobre o acesso à assistência técnica, o estudo contribui para o debate sobre infraestrutura, equidade e desenvolvimento sustentável da agricultura familiar.

Segue abaixo a forma funcional do modelo empírico da regressão linear.

$$Assist_{téc_i} = \beta^0 + \beta^1 \text{energia}_{\text{elet}_i} + \beta^2 \log(\text{área}_i) + \beta^3 \text{idade}_{\text{pond_i}} + \beta^4 \log(\text{renda}_i) + \beta^5 \text{aces.}_{\text{a}_{\text{créd}}\text{.i}} + \beta^6 \text{média}_{\text{veíc.}}\text{_i} + \beta_7 \text{aces._irrigação_i} + \beta_8 \text{aces._corretivos_i} + \beta_9 \text{escolaridade_i} + \varepsilon i$$

Onde i representa o município, Assist_tec_i representa a porcentagem de propriedades familiares que recebem assistência técnica; β_0 é o intercepto ou constante, e representa o valor esperado quando todas as outras variáveis são zero e εi é o termo de erro; energia_elet_i é o percentual de propriedades com acesso a energia elétrica, e as demais variáveis são controles municipais. O coeficiente de interesse é β_1, pois é ele que captura a associação entre eletrificação rural e assistência técnica.

Os coeficientes serão interpretados da seguinte forma:

“O aumento de 1 ponto percentual no coeficiente estará associado a um aumento de β_1… β_9 pontos percentuais no recebimento de assistência técnica, *ceteris paribus* (quando todas as outras variáveis forem constantes)”.

Abaixo está a tabela contendo as variáveis utilizadas, sua classificação, descrição do cálculo e a respectiva forma de tratamento dos dados.

Tabela 2 – Variáveis utilizadas

Variável	**Forma de tratamento**	**Descrição do cálculo**	**Classificação da variável**
Presença de assistência técnica	Porcentagem	(Assistência técnica/ total) *100	Variável dependente
Presença de energia elétrica	Porcentagem	(Energia elétrica/ total) *100	Variável independente
Área média	Logaritmo natural	Ln(média ponderada da área)	Variável controladora
Idade média	Ponderação	Média ponderada da idade média	Variável controladora
Renda média	Logaritmo natural	Ln(produção média)	Variável controladora
Acesso a crédito	Porcentagem	(acesso a crédito/total)*100	Variável controladora
Veículos	Média simples	(Quantidade de veículos/número de municípios)	Variável controladora
Irrigação	Porcentagem	(Irrigação/total) *100	Variável controladora
Corretivos de solo	Porcentagem	(Corretivos de solo/total)*100	Variável controladora

Fonte: Realizado pelo autor

4. Resultados

A tabela abaixo apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas em cada uma das regiões do Brasil.

Tabela 3 – estatísticas descritivas da amostra

Variável/ região	Brasil	Nordeste	Norte	Centro-oeste	Sul	Sudeste
Número de municípios (unidades)	5563 unid.	1793 unid.	450 unid.	467 unid.	1191 unid.	1662 unid.
Energia elétrica (%)	84,5%	77,91%	73,35%	90,72%	90,16%	88,72%
Assistência técnica (%)	25,1%	9,6%	11,3%	18,1%	49,8%	29,8%
Área média das (Ha)	26,0 Ha	19,1 Ha	56,4 Ha	51,8 Ha	19,6 Ha	22,6 Ha
Idade média (Anos)	55,9 anos	54,9 anos	51,8 anos	56,5 anos	56,1 anos	57,7 anos
Escolaridade média (anos de estudo)	6,18 anos	5,41 anos	5,42 anos	6,61 anos	6,58 anos	6,80 anos
Logaritmo natural da renda média	3,16	2,08	3,09	3,67	4,07	3,55
Acesso a crédito (%)	16,3%	13,0%	10,2%	14,3%	28,4%	13,5%
Média de veículos por propriedade (unidades)	0,399 unid.	0,201 unid.	0,362 unid.	0,507 unid.	0,673 unid.	0,397 unid.
Logaritmo natural da área média	2,96	2,58	3,75	3,80	2,97	2,91
Utilização de corretivos de solo (%)	17,2%	3,16%	6,99%	15,0%	26,1%	29,3%
Irrigação (%)	10,9%	10,3%	6,17%	6,01%	7,92%	16,3%

Fonte: Realizado pelo autor

A análise descritiva demonstrou fortes desigualdades regionais no que tange às condições produtivas agrícolas do Brasil. O Nordeste e o Norte concentram os piores indicadores estruturais, como baixa taxa de energia elétrica, assistência técnica, acesso a crédito e uso de tecnologias como irrigação e correção de solo, enfrentando maiores obstáculos para o desenvolvimento produtivo.

Em contraponto, o Sul e o Sudeste apresentam um ambiente mais acolhedor para o produtor rural, tendo em vista os maiores níveis de assistência, crédito, energia elétrica e tecnologias. Já o Centro-oeste se destaca pela maior área média das propriedades e maior renda.

Após a análise descritiva, testes com histogramas foram realizados, mostrando que as variáveis de presença de energia elétrica e presença de assistência técnica, nos dados nacionais, se afastam da normalidade, ressaltando a necessidade da utilização da correlação de Spearman, sendo a mais adequada para tratar dados não paramétricos. A tabela abaixo mostra o resultado da análise bivariada, sendo significativa (P<0,001), apresentando um valor de 0,277, indicando que há uma associação fraca (0,10 até 0,30) entre elas.

Tabela 4 – Análise bivariada dos dados nacionais

Correlação

		Presença de energia elétrica	Presença de assistência técnica
Presença de energia elétrica	**Rho de Spearman**	—	
	p-value	—	
Presença de assistência técnica	**Rho de Spearman**	0.277	—
	p-value	<.001	—

Fonte: Realizado pelo autor

Em seguida, a correlação foi produzida, mostrando que, mesmo com as variáveis de controle, a associação entre elas é positiva e dificilmente ocorreu por acaso (P<0,001), sendo estatisticamente significativa, como pode ser visto na tabela abaixo.

Tabela 5 – Correlação parcial de Spearman com dados nacionais

Correlação parcial

		Presença de energia elétrica	Presença de assistência técnica
Presença de energia elétrica	**Rho de Spearman**	—	
	p-value	—	
Presença de assistência técnica	**Rho de Spearman**	0.102	—
	p-value	<.001	—

Nota. Controlando para 'Média ponderada da idade por município', 'Escolaridade média (anos de estudo)', 'Transformação logarítmica natural da renda média', 'Percentual de acesso a crédito', 'Média de veículos por estabelecimento no município', 'Percentual de estabelecimentos que utilizam corretivos de solo', 'Transformação logarítmica natural da média ponderada da área das propriedades' e 'Percentual de estabelecimentos que fazem Irrigação'

Fonte: Realizado pelo autor

Nela também é possível perceber a magnitude da associação entre as variáveis, sendo de 0,102, o que é considerado uma correlação de pouca força (0,10 até 0,30), o que é esperado, tendo em vista que a variável dependente é um fenômeno de natureza multifatorial (Peixoto, 2020). Entretanto, vale ressaltar que mesmo com uma evidência de correlação, isso não implica em uma causalidade, pois existe a possibilidade de uma terceira variável estar influenciando as anteriores, ou apenas ser o caso de uma coincidência estatística.

Para observar mais claramente a correlação dos dados vista em Spearman, partiu-se para uma análise de regressão linear com os dados nacionais, nela, foi observado que o r² ajustado foi de 0.570, ou seja, a presença de energia elétrica e das variáveis controladoras explica uma parcela de 57,0% da variação municipal no acesso à assistência técnica. Isso sugere que existem outros fatores não analisados que também influenciam de forma significativa na variável dependente, o que é compatível com a natureza multicausal do fenômeno analisado.

Tabela 6 – Resultados da regressão linear com dados nacionais

Medidas de Ajustamento do Modelo

Modelo	R	R^2	R^2 Ajustado
1	0.756	0.571	0.570

Nota. Models estimated using sample size of N=5542

Coeficientes do Modelo - Presença de assistência técnica

Preditor	Estimativas	Erro-padrão	t	p
Intercepto	-0.36559	0.03180	-11.50	<.001
Presença de energia elétrica	0.02960	0.01377	2.15	0.032
Média ponderada da idade por município	0.00416	5.94e-4	7.01	<.001
Escolaridade média (anos de estudo)	0.01834	0.00192	9.57	<.001
Transformação logarítmica natural da renda média	0.07689	0.00323	23.82	<.001
Percentual de acesso a crédito	0.40853	0.01544	26.45	<.001
Transformação logarítmica natural da média ponderada da área das propriedades	-0.04529	0.00284	-15.94	<.001
Média de veículos por estabelecimento no município	0.11658	0.00756	15.41	<.001
Percentual de estabelecimentos que fazem Irrigação	-0.09244	0.01508	-6.13	<.001
Percentual de estabelecimentos que utilizam corretivos de solo	0.19755	0.01672	11.81	<.001

Fonte: Realizado pelo autor

A partir dessa análise também foi possível averiguar o coeficiente angular de regressão da variável de energia elétrica, que foi representado na tabela como “estimativas”, sendo positivo e de valor 0,0296, indicando que o aumento de 1 ponto percentual na eletrificação está associado a um aumento de 0,0296 pontos percentuais no acesso a assistência técnica, mantendo as outras variáveis constantes, além de ser estatisticamente significativo, tendo em vista seu p-valor igual a 0,032. Esse resultado indica que a infraestrutura energética está favoravelmente associada à variável dependente, atuando como parte da infraestrutura habilitadora e exercendo um papel complementar no acesso à assistência técnica, mesmo após o controle das variáveis de acesso a crédito, renda média, área média, média de veículos por propriedade, escolaridade e idade dos produtores, acesso a irrigação e a corretivos de solo.

Entre as demais variáveis, o acesso a crédito foi a que apresentou o maior efeito sobre a assistência técnica, com as estimativas chegando a 0,4085 (P<0,001), sugerindo que o aumento de 1 ponto percentual no acesso a crédito está associado com o aumento de aproximadamente 0,41 pontos percentuais no acesso a assistência técnica.

A utilização de corretivos de solo apresentou efeito positivo substancial, com um resultado que atinge 0,1976 (P<0,001), indicando que municípios que adotam essa prática, são contemplados mais frequentemente com assistência técnica. Esse

resultado traz à tona o papel da assistência técnica na promoção dos corretivos de solo.

O acesso à irrigação apresentou um efeito negativo de 0,0924 (P<0,001), sendo possivelmente relacionado à concentração de irrigação em sistemas produtivos independentes de assistência técnica.

4.1 Nordeste

A tabela 7 apresentada abaixo evidencia os resultados da regressão linear múltipla para os municípios da região nordeste. O modelo estimado possui um R^2 de 0,179, indicando que as variáveis utilizadas capturam aproximadamente 18% da variação do acesso à assistência técnica dentro da região. Esse valor é significativamente inferior ao encontrado na tabela nacional (57,0%), o que sugere a influência mais acentuada de fatores não observados no que tange à associação com a variável dependente dentro do cenário nordestino.

Tabela 7 – Resultados da regressão linear com dados da região nordeste

Medidas de Ajustamento do Modelo

Modelo	R	R^2
1	0.423	0.179

Nota. Models estimated using sample size of N=1793

Coeficientes do Modelo - Presença de assistência técnica

Preditor	Estimativas	Erro-padrão	t	p
Intercepto	-0.33615	0.04395	-7.648	<.001
Presença de energia elétrica	0.06291	0.01403	4.484	<.001
Transformação Logarítmica da média ponderada da área das propriedades	-0.01290	0.00316	-4.086	<.001
Escolaridade média (anos de estudo)	0.00627	0.00256	2.447	0.015
Transformação Logarítmica da renda média	0.01532	0.00389	3.942	<.001
Percentual de acesso a crédito	0.21242	0.03383	6.278	<.001
Média de veículos por estabelecimento no município	0.11679	0.01331	8.776	<.001
Percentual de estabelecimentos que fazem Irrigação	0.11405	0.02052	5.558	<.001
Percentual de estabelecimentos que utilizam corretivos de solo	-0.02683	0.04217	-0.636	0.525

Coeficientes do Modelo - Presença de assistência técnica

Preditor	Estimativas	Erro-padrão	t	p
Média ponderada da idade por município	0.00526	7.80e-4	6.734	<.001

Fonte: Realizado pelo autor

No nordeste, o coeficiente referente à presença de energia elétrica é positivo e significativo, com uma estimativa de 0,06291 e P-valor < 0,001, o que indica que o aumento de 1% na eletrificação leva a um acréscimo aproximado de 0,063% na assistência técnica. Esse resultado representa mais que o dobro do observado na análise do cenário nacional (0,0296), sugerindo que no nordeste, a segunda região com a menor média de presença de eletrificação, a infraestrutura energética desempenha um pilar mais robusto para o acesso a serviços técnicos.

Partindo para a análise das demais variáveis, o acesso a crédito permanece como o fator de maior impacto, tendo uma estimativa de 0,21242, o que é um pouco mais da metade do impacto observado nacionalmente. A menor magnitude pode ser causada por especificidades dos programas de crédito nordestinos, causando uma menor vinculação entre as duas variáveis.

O percentual de utilização de irrigação apresentou efeito positivo e significativo, com um coeficiente de 0,1141, sendo uma relação oposta ao resultado nacional. Isso demonstra que a irrigação está associada a sistemas produtivos mais tecnológicos, especialmente em uma região marcada pelo clima semiárido e insegurança hídrica.

O percentual de uso de corretivos de solo não possui efeito estatístico significativo (p = 0,525), o que difere do forte efeito positivo averiguado na análise nacional. Isso pode estar relacionado com uma menor difusão dessa prática dentro da região.

4.2 Norte

A tabela 8 apresenta os resultados da regressão linear da região norte. O modelo apresenta um R^2 de 0,203, ou seja, as variáveis utilizadas explicam 20,3% da variação municipal no acesso à assistência técnica, sendo um pouco maior que o valor do nordeste, mas ainda assim, bastante inferior ao valor nacional.

Tabela 8 – Resultados da regressão linear com dados da região norte

Medidas de Ajustamento do Modelo

Modelo	R	R^2

Medidas de Ajustamento do Modelo

Modelo	R	R^2
1	0.451	0.203

Nota. Models estimated using sample size of N=450

Coeficientes do Modelo - Percentual de assistência técnica

Preditor	Estimativas	Erro-padrão	t	p
Intercepto	-0.15201	0.06863	-2.215	0.027
Percentual de energia elétrica	-0.06376	0.02654	-2.403	0.017
Transformação Logarítmica da área das propriedades	-0.01075	0.00650	-1.653	0.099
Idade média ponderada	0.00266	0.00138	1.925	0.055
Escolaridade média	0.00727	0.00474	1.534	0.126
Transformação Logarítmica da renda média	0.04110	0.01107	3.714	<.001
Percentual de acesso a crédito	0.28385	0.06941	4.089	<.001
Média de veículos por propriedade	-0.01224	0.01835	-0.667	0.505
Percentual de irrigação	0.02013	0.06562	0.307	0.759
Percentual de uso de corretivos de solo	0.31920	0.07454	4.283	<.001

Fonte: Realizado pelo autor

Diferentemente das análises anteriores, a associação da energia elétrica e assistência técnica no norte é negativa, tendo uma estimativa de -0,06376, fato que contrasta fortemente com as análises de regiões anteriores, indicando que o aumento de 1 ponto percentual na eletrificação se associa a redução de assistência técnica em 0,064 pontos percentuais. Um possível motivo para esse resultado está associado a limitações estruturais da região, como isolamento geográfico, baixa densidade de serviços e restrições ambientais. Esses fatores podem dificultar a oferta de assistência técnica, mesmo em contextos de maior eletrificação, contribuindo para a relação negativa observada.

Dando continuidade a análise, a utilização de corretivos de solo apresenta valor de 0,3192, sendo o maior efeito positivo da região, o que é consideravelmente superior aos resultados observados no nordeste e nacionalmente. Essa realidade pode ser afetada pela acidez característica do solo do norte, onde o uso de corretivos implica numa produção mais organizada e intensa, atraindo assistência técnica.

O acesso a crédito mantém seu efeito positivo, significativo e robusto na região norte, com uma estimativa de 0,28385, sendo superior ao nordeste, mas ainda inferior ao resultado nacional.

A variável referente à média de veículos por propriedade se mostrou não significativa, devido ao seu p = 0,505, o que cria um contraste com o efeito positivo que foi observado no Brasil e no nordeste. Logo, é válido argumentar que isso ocorre devido a menor importância das rodovias na região analisada.

4.3 Centro-Oeste

Os resultados da regressão linear, mostrados na tabela abaixo, indicam que as variáveis controladoras conseguem abarcar 29,9% da variação municipal de assistência técnica. Sendo maior que as regiões norte e nordeste, mas inferior ao valor nacional.

Tabela 9 – Resultados da regressão linear com dados da região centro-oeste

Medidas de Ajustamento do Modelo

Modelo	R	R^2
1	0.547	0.299

Nota. Models estimated using sample size of N=467

Coeficientes do Modelo - Percentual de assistência técnica

Preditor	Estimativas	Erro-padrão	t	p
Intercepto	-0.20836	0.16603	-1.255	0.210
Percentual de energia elétrica	-0.11778	0.07712	-1.527	0.127
Transformação Logarítmica da área média	-0.00996	0.01299	-0.767	0.444
Idade média ponderada	0.00271	0.00251	1.077	0.282
Escolaridade média ponderada (em anos de estudo)	0.00670	0.00636	1.054	0.293
Transformação Logarítmica da renda média	0.06415	0.01282	5.005	<.001
Percentual de propriedades com acesso a crédito	0.33433	0.08287	4.035	<.001
Média de Veículos por estabelecimento no município	-0.00704	0.02309	-0.305	0.760
Percentual de propriedades que fazem irrigação	0.12717	0.07854	1.619	0.106

Coeficientes do Modelo - Percentual de assistência técnica

Preditor	Estimativas	Erro-padrão	t	p
Percentual de estabelecimentos que fazem correção de solo	0.33158	0.06570	5.047	<.001

Fonte: Realizado pelo autor

A partir da tabela, é notável o coeficiente negativo de energia elétrica, com uma estimativa de - 0,1198, entretanto não é estatisticamente significativo. Apesar de inferir que o aumento de 1 ponto percentual na eletrificação culminaria na redução da assistência técnica em 0,12 pontos percentuais, a alta incerteza estatística (P>0,10) impede que essa conclusão sobre a direção e magnitude da associação seja tomada com certeza.

Analisando outras variáveis, nota-se que o acesso a crédito é o preditor com o maior coeficiente, também sendo o caso em outras regiões, com uma estimativa de 0,33433.

O uso de corretivos de solo possui um efeito muito próximo na assistência técnica, tendo um valor de 0,3316, sendo um dos principais fatores explicadores para a variação da variável dependente na região, como é o caso também da região norte, podendo ser explicado por uma baixa qualidade do solo.

Diversas variáveis perdem significância dentro da região do centro-oeste, como: escolaridade média, idade média, área média e média de veículos por propriedade. Isso demonstra que a assistência técnica dentro da região é afetada por fatores socioeconômicos diferentes das demais.

4.4 Sudeste

A tabela abaixo evidencia um R^2 de 0,299, ou seja, as variáveis controladoras são capazes de englobar 29,9% da variação municipal da assistência técnica, um valor idêntico ao encontrado na região centro-oeste.

Tabela 10 – Resultados da regressão linear com dados da região sudeste

Medidas de Ajustamento do Modelo

Modelo	R	R^2
1	0.547	0.299

Nota. Models estimated using sample size of N=1646

Coeficientes do Modelo - Percentual de assistência técnica

Preditor	Estimativas	Erro-padrão	t	p
Intercepto	-0.57240	0.09170	-6.242	<.001
Percentual de energia elétrica	-0.05590	0.04202	-1.330	0.184
Transformação logarítmica da área média ponderada	0.00521	0.00847	0.615	0.539
Idade média das propriedades	0.00780	0.00140	5.588	<.001
Escolaridade média	0.03099	0.00346	8.960	<.001
Transformação logarítmica da renda média	0.03909	0.00876	4.465	<.001
Percentual de acesso a crédito	0.09741	0.02378	4.096	<.001
Média de veículos por propriedade	0.10235	0.01582	6.471	<.001
Percentual de estabelecimentos que fazem irrigação	-0.03540	0.02564	-1.381	0.168
Percentual de estabelecimentos que utilizam corretivos de solo	0.19660	0.03185	6.173	<.001

Fonte: Realizado pelo autor

Como visto na região do centro-oeste, o preditor de energia elétrica no sudeste foi negativo (- 0,0559) e estatisticamente não significativo. Logo não é possível afirmar com clareza a veracidade dessa associação entre os dados. A partir desse resultado, é plausível supor que uma maior eletrificação dentro do município viabiliza o acesso a meios alternativos de obtenção de conhecimento, causando uma redução na dependência de assistência técnica tradicional. Dessa forma, a relação insignificante não necessariamente diminui a importância do acesso à energia elétrica, mas pode representar uma reconfiguração no perfil produtivo e nas formas de obtenção de conhecimento dentro das regiões mais desenvolvidas.

Dando destaque para outras variáveis, a utilização de corretivos de solo é a que possui a estimativa mais alta, com o valor de 0,1966, se aproximando bastante do valor nacional.

A média de veículos por estabelecimento é o segundo fator com maior associação à variável dependente, com uma estimativa de 0,1024, se assemelhando bastante com o resultado nacional e nordestino, mas contrastando com as regiões centro-oeste e norte.

O acesso a crédito mantém seu efeito significativo e positivo (0,09741) na região, entretanto, com uma magnitude substancialmente reduzida, podendo evidenciar numa menor dependência do crédito rural.

4.5 Sul

A tabela 11 mostra os resultados da regressão linear para a região sul. O R^2 dessa região é o maior de todos, sendo de 0,604, o que supera o resultado nacional, indicando que as variáveis representam 60,4% da variação da assistência técnica dos municípios. Isso pode ser causado por uma maior organização da agricultura familiar na região e/ou uma homogeneidade entre as políticas de extensão rural dos três estados.

Tabela 11 – Resultados da regressão linear com dados da região sul

Medidas de Ajustamento do Modelo

Modelo	R	R^2
1	0.777	0.604

Nota. Models estimated using sample size of N=1186

Coeficientes do Modelo - Percentual de assistência técnica

Preditor	Estimativas	Erro-padrão	t	p
Intercepto	0.08636	0.11387	0.758	0.448
Percentual de energia elétrica	-0.03922	0.04800	-0.817	0.414
Transformação logarítmica da área média	-0.05637	0.01312	-4.297	<.001
Idade média	-0.00498	0.00146	-3.421	<.001
Escolaridade média	0.02144	0.00523	4.096	<.001
Transformação logarítmica da renda média	0.12560	0.00992	12.667	<.001
Percentual de acesso a crédito	0.56995	0.03833	14.868	<.001
Média de veículos por município	0.06015	0.01307	4.602	<.001
Percentual de estabelecimentos que fazem irrigação	0.06424	0.04186	1.535	0.125
Percentual do uso de corretivos de solo	0.12229	0.03514	3.480	<.001

Fonte: Realizado pelo autor

O coeficiente energético é negativo (- 0,0392) e não significativo (0,414), se assemelhando com as regiões sudeste e centro-oeste. A repetição da consistência da associação negativa entre essas variáveis, especialmente nas regiões mais economicamente desenvolvidas do país sugere que quanto mais próximo da universalização da eletrificação, menor é o efeito desse fator no recebimento de ATER.

Nessa região, a associação entre acesso a crédito e assistência técnica atinge o valor máximo, com 0,56995 de associação, sendo bastante superior ao

relatado na análise nacional e o colocando como principal determinante do acesso a ATER no sul.

O segundo maior efeito da região é a renda média das propriedades, que alcança a marca de 0,1256, sugerindo que no sul, cadeias produtivas mais rentáveis e com maiores escalas têm maior capacidade de acessar a assistência técnica.

O percentual de utilização de corretivos de solo aparece em terceiro lugar no ranqueamento das associações mais fortes, com o valor de 0,12229, sendo próximo ao valor apresentado pela região nordeste e pelo valor nacional.

5. Discussão

Os resultados provenientes desta pesquisa foram capazes de responder à questão norteadora de forma satisfatória, revelando que a relação entre acesso à energia elétrica e assistência técnica no contexto agrícola familiar em nível municipal varia substancialmente entre as regiões do Brasil, indo de efeitos positivos robustos e significativos, até a ausência total de associação, reforçando a ideia de que a eletrificação rural é condicionada por fatores institucionais, estruturais, socioeconômicos e territoriais específicos.

A análise nacional identificou um efeito positivo modesto e significativo na eletrificação (0,0296) com um R2 ajustado de 57,0%, constituindo um fator relevante, mas não suficiente para explicar o acesso à assistência técnica. Esse resultado dialoga com a literatura relevante sobre infraestrutura e desenvolvimento, que aponta que a infraestrutura básica é um aspecto fundamental e necessário, mas não isolado, para a promoção do crescimento econômico e da inclusão produtiva (Fraga e Ferreira, 2024; Yuan e Wang, 2024). Tendo isso em vista, a eletrificação pode ser tomada com um fator que torna possível o acesso à assistência técnica, mas seu impacto depende da presença de outros fatores complementares.

Indo além, a desagregação regional evidenciou impactos distintos da energia elétrica na variável dependente. O nordeste apresentou o maior efeito de eletrificação (0,0629) superando em mais de 100% o resultado nacional, se apresentando como um preditor estruturante para o acesso à assistência técnica. Esse resultado sugere que, em contextos de menor desenvolvimento estrutural, a energia elétrica se apresenta como um investimento crítico, gerando efeitos marginais mais elevados quando em comparação com regiões mais desenvolvidas, tendo em vista que um aumento de 10 pontos percentuais na eletrificação da região irá elevar o acesso à assistência técnica em aproximadamente 0,7 pontos percentuais. A literatura suporta essa afirmação quando defende que a infraestrutura básica é um pré-requisito para a obtenção e operacionalização da ATER (CNA, 2022).

Esse achado também dialoga consistentemente com evidências que destacam o papel da infraestrutura básica na redução da pobreza e na melhoria da qualidade de vida dentro do meio rural (Medeiros e Oliveira, 2020; Khandker, 2014). Ademais, estudos como Gashaye (2025) demonstram que o acesso à energia

elétrica melhora indicadores sociais e aumentam a capacidade produtiva dos produtores rurais.

Nesse contexto, a eletrificação também pode ser interpretada como um elemento facilitador da difusão de inovações, ao ampliar o acesso à informação e à comunicação, reduzindo barreiras à interação entre produtores e agentes de extensão. Tal evidência converge com a literatura, que aponta a conectividade como fator crítico para o desenvolvimento da agricultura familiar (Henrique e Sousa, 2024; Zhang et al., 2025), reforçando que energia e acesso à informação são dimensões interdependentes no processo de modernização rural.

Um elemento central para a compreensão dos resultados obtidos, especialmente no Nordeste, é a presença do programa Luz para todos (2003) como uma política estruturante central para a inclusão energética no meio rural brasileiro. Sua implementação foi marcada pelo objetivo de universalizar o acesso à energia elétrica, tendo assim, forte presença em regiões de maior exclusão socioeconômica. A literatura aponta que seu efeito ultrapassa a simples provisão de energia, promovendo melhorias na qualidade de vida, acesso a informação e facilitando etapas cotidianas dos produtores rurais, como armazenamento de alimentos, serviços domésticos e comunicação (Cardoso, Oliveira e Silva, 2013).

Dessa forma, os dados encontrados podem ser parcialmente interpretados a luz da expansão da eletrificação promovida por essa política pública. O acesso à energia elétrica, além de reduzir as limitações infraestruturais e mitigar seus efeitos, também é capaz de ampliar as condições operacionais para o melhor aproveitamento da assistência técnica, viabilizando a utilização de tecnologias mais avançadas (CNA, 2022). Além disso, ao promover a inclusão produtiva, a eletrificação reforça os processos de difusão da inovação e de integração a mercados mais sustentáveis, garantindo a autonomia e modernização do produtor e de seus processos.

Sob outra perspectiva, em regiões como Centro-oeste, Sul e Sudeste, a ausência da significância estatística ($P > 0,10$) sugere uma saturação da infraestrutura, o que leva a uma marginalização do papel da energia elétrica como fator explicativo do acesso à assistência técnica, sendo substituído por preditores mais sofisticados da produção agrícola. Esse resultado é consistente com a teoria da modernização de Inglehart e Welzel (1997), onde os autores afirmam que, à medida que as sociedades avançam, fatores básicos perdem a importância quando

comparados a variáveis que evidenciem a intensificação produtiva, como a melhoria do capital físico, capacitação do capital humano e o acesso a mercados sustentáveis e lucrativos, mas também sugere que, no contexto brasileiro, a transição entre fatores estruturais e produtivos ocorre de forma desigual, evidenciando os diferentes níveis de desenvolvimento rural do país.

A análise das demais variáveis dá credibilidade a esse argumento. O acesso ao crédito foi o fator de maior impacto em todas as regiões, corroborando com evidências nacionais e internacionais. Estudos como o de Salima et al. (2023) e Bahiru et al. (2023) demonstram que o crédito está diretamente associado com melhorias na seguridade alimentar, na qualidade de vida e na capacidade de investimento. Nacionalmente, Cruz et al. (2024) também apontam que o acesso ao credito e a assistência técnica são pilares determinantes para a inclusão produtiva, enquanto Cruz et al. (2020) confirmam que características socioeconômicas ainda são impeditivos ao pleno acesso desses serviços.

Esses achados sugerem a existência de uma reciprocidade entre assistência técnica e acesso ao crédito, reforçando que políticas públicas, quando feitas de forma isolada, podem ter seu impacto limitado. Ratificando, os resultados estão em sintonia com achados de programas integrados de desenvolvimento rural, como analisado por Delgrossi et al. (2024), que demonstram uma maior efetividade quando há articulação entre assistência técnica e recursos produtivos.

A região Norte se destacou ao apresentar um coeficiente significativo e negativo (- 0,0638), indicando a presença de uma dinâmica distinta das outras regiões. Esse resultado pode ser fruto de limitações estruturais particulares da região que impedem a oferta e difusão da assistência técnica, mesmo em áreas eletrificadas. Dentro desse panorama, a energia elétrica, embora amplie o acesso a determinados recursos, não tem a capacidade de se traduzir em um maior acesso a ATER, o que traz à tona a persistência de barreiras logísticas e operacionais que limitam a atuação de agentes extensionistas em áreas remotas.

Indo além, a literatura pertinente sobre o subdesenvolvimento rural na América latina aponta que, em determinados casos, a redução da pobreza está mais associada ao êxodo rural do que ao fortalecimento da atividade agrícola (De Janvry e Sadoulet, 2000). Tendo isso em vista, a relação negativa observada pode estar inserida dentro de um contexto de vulnerabilidade retroalimentada, na qual o êxodo rural reduz a mão de obra e produtividade, o que por sua vez, diminui a demanda

por assistência técnica. Esse processo pode acelerar a saída de produtores do meio rural, configurando um ciclo no qual a redução da capacidade produtiva e a diminuição do acesso a serviços de apoio se reforçam mutuamente.

Outro aspecto relevante se trata do papel da assistência técnica como acelerador do desenvolvimento. Evidências empíricas demonstram que a ATER contribui significativamente para o aumento da renda, produtividade e qualidade de vida dos produtores rurais (Cruz, Xavier e Teixeira, 2024; Buehren et al., 2017), além de atuar como parte fundamental da capacitação do capital humano (Reis et al., 2017). Assim, a influência da eletrificação rural sobre o acesso à assistência técnica gera uma melhora indireta no desenvolvimento local.

No que se refere à capacidade explicativa dos modelos utilizados, foi possível observar uma flutuação do R2 entre as regiões, variando de 17,9% no Nordeste até 60,4% no Sul, seguindo um padrão de valores mais elevados em regiões mais desenvolvidas. Isso sugere que, em contextos de menor grau de infraestrutura, preditores não observados, como referentes ao âmbito institucional e social, possuem maior poder de influência na variável dependente, podendo introduzir o viés da variável omitida, limitando a precisão das estimativas encontradas.

Partindo para o âmbito das políticas públicas, é notório que as ações sociais devem ser regionalmente endereçadas. No Nordeste, programas de eletrificação têm capacidade de ampliar o acesso a ATER, além de criar espaços favoráveis para sua maior eficiência. Partindo para o Sul, Sudeste e Centro-oeste, onde a barreira da eletrificação já foi superada, o mais importante é focar no fortalecimento do acesso a crédito rural e no incentivo ao uso de corretivos de solo. A região Norte carece de uma atenção especial, tendo em vista suas particularidades, como a presença da floresta amazônica, que limita a área produtiva, e uma logística predominantemente fluvial.

Entretanto, apesar da relevância da eletrificação e da forte associação observada em determinadas regiões, a incorporação direta de políticas públicas fundamentais, como é o caso do programa Luz para Todos, não foi possível na modelagem empírica deste estudo, tendo em vista a falta de dados sistematizados e tratados de forma compatível com o nível da análise adotado. A ausência desta variável e de outros preditores incontrolados pelo modelo constituem limitações, uma vez que podem introduzir o viés da variável omitida, o que impede a identificação mais precisa dos impactos destes fatores sobre o acesso à assistência técnica.

Nesse sentido, pesquisas futuras podem aprofundar o conhecimento sobre o tema ao incorporar variáveis que evidenciem o impacto de programas sociais e de aspectos institucionais, possibilitando análises mais refinadas e mais próximas do produtor rural e de sua realidade, o que representará um avanço bastante relevante para a literatura.

Por fim, este estudo contribui ao demonstrar que a relação entre eletrificação rural e assistência técnica não é uniforme, mas intensamente influenciada por fatores intrínsecos de cada região. Ao mapear a heterogeneidade da brasileira, foram revelados contextos onde a eletrificação é fundamental, irrelevante e negativa. Entretanto, é de suma importância analisar os resultados deste estudo à luz de suas limitações. A análise dos dados agregados em nível municipal impossibilita a concepção de inferências diretas sobre o comportamento individual do produtor ou de seu estabelecimento. Indo além, a natureza observacional da pesquisa a impede de estabelecer relações causais estritas. Ainda assim, o estudo foi capaz de prover evidências empíricas robustas e bastante relevantes, contribuindo para o debate sobre os determinantes da inclusão produtiva dentro do contexto rural.

6. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo analisar a associação entre o acesso à energia elétrica e o recebimento de assistência técnica nas propriedades agrícolas familiares, a partir de dados agregados dos municípios, onde se partiu da compreensão de que a eletrificação constitui um pilar fundamental para a modernização produtiva do campo e para a inclusão dos produtores em políticas públicas. Com isso, buscou-se avaliar de forma empírica se cidades com maior presença de energia elétrica também apresenta maior acesso a ATER.

Os resultados das análises descritivas indicam forte heterogeneidade entre os municípios, indicando séria desigualdade social, econômica, produtiva e de infraestrutura, que são persistentes dentro do meio rural. A análise de correlação nacional expôs uma associação positiva entre eletrificação e acesso à assistência técnica, mesmo que de magnitude modesta. Isso implica dizer que a energia elétrica é capaz de permitir maiores de ATER, mas não podendo ser tratada como um agente isolado.

A regressão linear múltipla nacional confirmou a relação entre as variáveis mesmo após a utilização de controladores de área, renda, idade e acesso a crédito. No entanto, resultado do modelo foi relativamente fraco, o que infere que outros fatores (institucionais, territoriais, organizacionais, etc.) também possuem relevância para a explicação da variável dependente. Ao mesmo tempo, os achados implicam na necessidade de articulação entre a eletrificação, políticas de crédito, infraestrutura e capacitação, para que assim, seja possível o acesso efetivo à assistência técnica.

Contudo, a análise desagregada por regiões mostrou heterogeneidades profundas que impedem a generalização. A região Nordeste apresentou associação positiva e significativa entre eletrificação e a variável dependente, confirmando que em contextos de infraestrutura precária, o acesso á energia elétrica é fundamental para o acesso a assistência técnica. Entretanto, esse fato que não ocorre em regiões desenvolvidas, onde a variável independente se mostrou não significativa, dando espaço para fatores como o acesso a crédito. A região Norte apresentou uma diminuição da assistência técnica quanto maior a presença de energia elétrica, o que demonstra como as generalizações escondem fatores regionais únicos. A partir

disso, é possível argumentar que, para ampliar o acesso a ATER, as políticas públicas devem ser personalizadas para cada região.

Indo além, pesquisas futuras podem aprofundar o debate ao trabalhar com outras variáveis independentes, como acesso frota de veículos ou o tipo de estabelecimento, realizando um comparativo entre agricultura familiar e não familiar, bem como investigar qualitativamente, junto aos produtores rurais, como a eletrificação se liga à assistência técnica. Conclui-se, portanto, que a pergunta norteadora deste estudo foi respondida de forma satisfatória, indicando que a presença de energia elétrica constitui um fator associado ao maior acesso de assistência técnica na agricultura familiar, embora não seja capaz de explicá-la de forma isolada.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. O capital social dos territórios: repensando o desenvolvimento rural. **Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA)/Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA)**, 2007. DOI: https://doi.org/10.11606/1413-8050/ea218794

ANDERSON, J. R.; FEDER, G. **Agricultural extension**. *In*: EVENSON, R.; PINGALI, P. (ed.). Handbook of agricultural economics. v. 3, p. 2343–2378, 2007. Elsevier. Disponível em: https://hdl.handle.net/10568/171954. Acesso em: 10 mai. 2025.

BAHIRU, A.; SENAPATHY, M.; BOJAGO, E. Status of household food security, its determinants, and coping strategies in the Humbo district, Southern Ethiopia. **Revista de Pesquisa Agrícola e Alimentar**, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100461. Acesso em: 28 abr. 2025.

BARBOSA, P. A. M.; SANTOS, I. A.; SILVA, M. M. C. Pobreza energética: Uma análise para os domicílios do Brasil rural e urbano. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, *[S. l.]*, v. 19, n. 4, p. 505–533, 2025. DOI: 10.54766/rberu.v19i4.1182. Disponível em: https://revistaaber.org.br/rberu/article/view/1182. Acesso em: 24 jan. 2026.

BRASIL. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF. **Ministério do Desenvolvimento Agrário**, 1996. Acesso em: 12 jun.2024

BRASIL. **Lei nº 10.696, de 2 de julho de 2003**. Institui o Programa de Aquisição de Alimentos – PAA. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.696.htm. Acesso em: 27 jul. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 4.873, de 11 de novembro de 2003**. Institui o Programa Luz para Todos, 2003.

BRASIL. **Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em: 27 jul. 2025.

BUEHREN, N.; GOLDSTEIN, M.; MOLINA, E.; VAILLANT, J. The impact of strengthening agricultural extension services: Evidence from Ethiopia. **Policy Research Working Paper**, n. 8169. Washington, DC: World Bank, 2017. Disponível em: http://hdl.handle.net/10986/27976. Acesso em: 27 jul. 2025.

CAMPOS, A. de; MÜLLER, L.; RAHAL, L. S.; SCHRODER, M.; DEL PORTO, E. B.; KROEFF, D. R. **Inclusão produtiva rural no plano Brasil sem miséria**: Síntese da experiência recente em políticas públicas para o atendimento dos mais pobres no

rural brasileiro. *In*: CAMPELLO, T.; NERI, M. C. (org.). *O Brasil sem miséria*. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, 2013. p. 302–325. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/brasil_sem_miseria/livro_o_brasil_sem_miseria/artigo_16.pdf. Acesso em: 24 jun. 2025.

CANAL RURAL. **Crédito, assistência e preços mínimos estão entre os principais desafios da agricultura familiar**. 2015. Disponível em: https://www.canalrural.com.br/agropocket/camara-debate-desafios-agricultura-familiar/. Acesso em: 27 jul. 2025.

CANAL RURAL. **Somente metade dos agricultores familiares têm acesso à assistência técnica.** 2015. Disponível em: https://www.canalrural.com.br. Acesso em: 10 mai. 2025.

CARDOSO, B. F.; OLIVEIRA, T. J. A. de; SILVA, M. A. da R. Eletrificação rural e desenvolvimento regional: uma análise do Programa Luz para Todos. **Desenvolvimento em Questão**, v. 11, n. 22, p. 117–138, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.21527/2237-6453.2013.22.117-138. Acesso em: 20 jun. 2025.

CERVANTES-GODOY, D.; DEWBRE, J. Economic importance of agriculture for poverty reduction. **OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers**, n. 23, Paris, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1787/5kmmv9s20944-en. Acesso em: 20 jun. 2025.

CHAMBERS, R.; CONWAY, G. **Sustainable rural livelihoods:** Practical concepts for the 21st century. IDS Discussion Paper 296. Brighton: Institute of Development Studies, 1992.

CNA – CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Assistência técnica e gerencial**. 2022. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/assistencia-tecnica-e-gerencial. Acesso em: 10 abr. 2025.

CNA – CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **CNA e federações discutem energia elétrica no campo e ações para 2025.** 2025. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br. Acesso em: 20 mai. 2025.

CHRISTIAENSEN, L.; DEMERY, L. **Agriculture in Africa**: Telling myths from facts. Washington, DC: World Bank, 2018. https://hdl.handle.net/10986/28543

CRESOL. **Entenda qual a importância da agricultura familiar no Brasil.** 2025. Disponível em: https://blog.cresol.com.br/agricultura-familiar-no-brasil/#:~:text=Em%20diversas%20regi%C3%B5es%20do%20Brasil,equil%C3%ADbrio%20entre%20produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20preserva%C3%A7%C3%A3o.&text=%C3%89%20poss%C3%ADvel%20potencializar%20sua%20atividade,sua%20import%C3%A2ncia%20para%20a%20economia. Acesso em: 19 jan. 2026

CRUZ, J. E.; XAVIER, J. B.; TEIXEIRA, S. M. Effects of technical assistance and rural extension actions on the quality of life of rural producers. **Revista de Economia**

e Sociologia Rural, v. 62, n. 3, e276710, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.276710. Acesso em: 10 abr. 2025.

CRUZ, N. B.; JESUS, J. G.; BACHA, C. J. C.; COSTA, E. M. Acesso da agricultura familiar ao crédito e à assistência técnica no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 3, e226850, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.226850. Acesso em: 10 abr. 2025.

DE JANVRY, A.; SADOULET, E. Rural poverty in Latin America: Determinants and exit paths. **Food Policy**, v. 25, n. 4, p. 389–409, 2000. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0306-9192(00)00023-3. Acesso em: 10 jul. 2025.

DELGROSSI, M. E.; VIEIRA, L. C. G.; AVILA, M. L.; VALENCIA PERAFÁN, M. E.; MIRANDA FILHO, R. J. 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, e271282, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.271282pt. Acesso em: 25 mai. 2025.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The future of food and agriculture** – Trends and challenges. Rome: FAO, 2017.

FRAGA, J. S.; FERREIRA FILHO, H. L. Infrastructure, growth and productivity: An analysis in dynamic heterogeneous panels. **Investigación Económica**, v. 83, n. 329, p. 74–105, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2024.329.86825. Acesso em: 10 jul. 2025.

GASHAYE, S.; LIU, Y.; LI, D. The effect of access to electricity on rural households of underdeveloped countries: Evidence from Ethiopia. **Energy policy**, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2025.114531. Acesso em: 2 jul. 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GEELS, F. W. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. **Research Policy**, p. 897–920, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015. Acesso em: 2 jul. 2025.

GRISA, C. Mudanças nas políticas públicas para a agricultura familiar no Brasil: novos mediadores para velhos referenciais. **Raízes**: Revista de Ciências Sociais e Econômicas, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 36–50, 2018. DOI: https://doi.org/10.37370/raizes.2018.v38.37. Disponível em: https://raizes.revistas.ufcg.edu.br/index.php/raizes/article/view/37. Acesso em: 17 nov. 2024.

GRISA, C.; SCHNEIDER, S. **Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. 2015. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/232410. Acesso em: 10 jul. 2025.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Agricultural development**: An international perspective. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1985.

HENRIQUE, B.; SOUSA, B. **Agricultura digital**: Desafio da conectividade no campo para o desenvolvimento da agricultura familiar, 2024. Disponível em: https://www.revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/16190. Acesso em: 25 nov. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**: Resultados definitivos. 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/. Acesso em: 23 mar. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**: características gerais dos domicílios e dos moradores 2024. 2025. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/15ec1d59965a24b0bb2817eaf9b6f490.pdf Acesso em: 4 mar. 2026.

INGLEHART, R.; WELZEL, C. **Modernization, cultural change, and democracy**: The human development sequence. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

KHANDKER, S. R.; SAMAD, H. A.; ALI, R.; BARNES, D. F. Who benefits most from rural electrification? Evidence in India. **The Energy Journal**, v. 35, n. 2, p. 75–96, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.5547/01956574.35.2.4. Acesso em: 10 jun. 2025.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

ManejeBem. **Assistência técnica e extensão rural**: a ATER atualmente. [s.l.]: ManejeBem, 2021. Disponível em: https://www.manejebem.com.br/publicacao/novidades/assistencia-tecnica-e-extensao-rural-a-ater-atualmente Acesso em: 7 mar. 2026.

MEDEIROS, V.; OLIVEIRA, A. M. H. C. O acesso à infraestrutura e a pobreza no Brasil: uma investigação empírica. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, n. 2, e200520, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.200520. Acesso em: 10 abr. 2025.

NATIONAL AGRICULTURAL ADVISORY SERVICES. **About us**. [s.d.]. Disponível em: https://naads.or.ug/about-us/. Acesso em: jun. 2025.

OLIVEIRA, E. Agricultura familiar e sua identidade cultural no espaço rural. **Revista de ciências humanas**, v. 7, n.2, 2014. P. 174-189. Disponível em: https://doi.org/10.32813/2179-1120.2014.v7.n2 Acesso em: 10 Jan. 2026

PEIXOTO, M. **Assistência técnica e extensão rural**: grandes deficiências ainda persistem. In: VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia (org.). Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do censo agropecuário.

Brasília, DF: IPEA, 2020. p. 323-338. DOI: http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-011-0/cap23 Acesso: 15 Jan. 2026

PEREIRA, C. N.; CASTRO, C. N. de. **Assistência técnica e extensão rural no Brasil e no mundo**: Qual o papel da ATER pública? *In:* SANTOS, G. R.; SILVA, R. P. (org.). Agricultura e diversidades: Trajetórias, desafios regionais e políticas públicas no Brasil. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2022. P. 347-374. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11410. Acesso em: 9 jun. 2025.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais:** A complementaridade do SPSS. 6. ed. Lisboa: Sílabo, 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.13140/2.1.2491.7284. Acesso em: 13 jun. 2025.

PETERS, J.; SIEVERT, M. Impacts of rural electrification revisited – The African context. **Journal of Development Effectiveness**, v. 8, n. 3, p. 327–345, 2016. DOI: 10.1080/19439342.2016.1178320 . Acesso em: 7 abr. 2025.

PRACTICAL ACTION. **Poor people's energy outlook 2019:** Enabling energy access for productive uses. Rugby: Practical Action Publishing, 2019.

REIS, C. V. S.; MOREIRA, T.; CUNHA, G. **O efeito marginal do capital humano na agricultura familiar.** 2017. (v. 38).

REVISTA AMAZÔNIA. **Capítulo 3: pobreza energética** – uma realidade invisível. 2024. Disponível em: https://revistaamazonia.com.br/pobreza-energetica-uma-realidade-invisivel/. Acesso em: 10 jun. 2025.

ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 5. ed. New York: Free Press, 2003.

SALIMA, W.; MANJA, L. P.; CHIWAULA, S. L.; CHIRWA, G. C. The impact of credit access on household food security in Malawi. **Journal of Agriculture and Food Research** 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100490. Acesso em: 10 jun. 2025.

SCOONES, I. **Sustainable rural livelihoods:** A framework for analysis. IDS Working Paper 72. Brighton: Institute of Development Studies, 1998.

SEREBRISKY, T. **Infraestrutura sustentável para competitividade e crescimento inclusivo.** 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.18235/0012791. Acesso em: 20 abr. 2025.

SHIGUTE, Z. Participação comunitária e a qualidade da infraestrutura rural na Etiópia. **Journal of African Economies**, v. 31, n. 4, p. 355–383, 2022.

UEDA, B. E.; DA CRUZ, G. M.; CARDOSO, V. M. **A agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos pelos brasileiros?** Agro in data – Insper, 26 mai. 2025. Disponível em: https://agro.insper.edu.br/agro-in-data/artigos/a-agricultura-familiar-produz-70-dos-alimentos-consumidos-pelos-brasileiros. Acesso em: 27 Nov. 2025

VILANOVA, C.; SIQUEIRA FILHO, J.; OLIVEIRA, L.; OLIVEIRA, L.; FREITAS, H. **Agroecologia e resiliência às mudanças climáticas**: fundamentos e práticas no desenvolvimento territorial do semiárido brasileiro. 2023. DOI: 10.22533/at.ed.0332305093. Acesso em: 12 mai. 2025.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

WORLD BANK. **State of Electricity Access Report 2017**. Washington, DC: World Bank, 2017. Disponível em: http://hdl.handle.net/10986/26646. Acesso em: 12 mai. 2025.

WORLD BANK. **O que podemos aprender com o Brasil sobre otimização de investimentos em infraestrutura?** 2024. Disponível em: https://blogs.worldbank.org/en/ppps/what-can-we-learn-from-brazil-about-optimizing-infrastructure-in. Acesso em: 12 mai. 2025.

YUAN, S.; WANG,X.; Aumentar ou reduzir: como o investimento em infraestrutura rural afeta a renda dos moradores? **Agriculture**, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/agriculture14122296 Acesso em: 12 Jan. 2026.

Zhang, J.; Li, Y.; Fang, Z. Duas divisões digitais e desigualdade de renda: uma perspectiva global. **Journal of Applied Economics** 2025, 28 (1). https://doi.org/10.1080/15140326.2025.2568247 Acesso em: 20 Jan. 2026

ZYLBERSTAJN, D. Papel dos contratos na coordenação agroindustrial: um olhar além dos custos de transação. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 3, p. 385–420, 2005.