



RESUMO EXECUTIVO

Conectividade rural e inclusão digital para a agricultura familiar



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO
AGRÁRIO E
AGRICULTURA FAMILIAR

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

EQUIPE TÉCNICA EXECUTIVA

Alberto Giaroli de Oliveira Pereira Barretto (GPP/ESALQ-USP)

Daniel Nunes (INATEL)

Durval Dourado Neto (GPP/ESALQ-USP)

Giovani William Gianetti (GPP/ESALQ-USP)

João Victor Lopes Marinho (GPP/ESALQ-USP)

Luiz Fernando Soares Zuin (FZEA/USP)

Marcela de Almeida Araujo (GPP/ESALQ-USP)

Marluce Scarabello (GPP/ESALQ-USP)

Murilo Mesquita Baesso (FZEA/USP)

Pedro Alves Quilici Coutinho (GPP/ESALQ-USP)

Pedro Lopes (INATEL)

Pietro Gragnolati Fernandes (GPP/ESALQ-USP)

Rodrigo Fernando Maule (GPP/ESALQ-USP)

Ronaldo Torres (GPP/ESALQ-USP)

Sergio Paganini Martins (GPP/ESALQ-USP)

Simone Beatriz Lima Ranieri (GPP/ESALQ-USP)

Valter Bianchini (GPP/ESALQ-USP)

Agradecimentos a Arthur Nicolaus Fendrich pela modelagem de sinal, enquanto atuou no GPP/ESALQ-USP.

PARTE I

Contexto e relevância

A conectividade rural e a inclusão digital emergem como fatores estratégicos para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar no Brasil. O acesso à internet representa não apenas uma ferramenta de comunicação, mas um vetor de transformação social, econômica e ambiental para as comunidades rurais. A conectividade permite o acesso às inovações tecnológicas digitais, à automação de processos produtivos, à informação qualificada, à Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) e aos mercados de insumos e de consumo, contribuindo para o aumento da produtividade e da rentabilidade das atividades agrícolas, além de favorecer a permanência da população no campo, especialmente dos jovens. Prover conectividade e soluções digitais, especialmente para a Agricultura Familiar (AF), significa reconhecer o espaço rural como território estratégico para o enfrentamento de desafios contemporâneos como a pobreza, a fome, as desigualdades sociais e econômicas, o desmatamento, a perda de biodiversidade, a degradação de recursos hídricos e os efeitos das mudanças climáticas.

A inclusão digital rural alia o acesso à informação e a bens educacionais e culturais com a viabilização da produção sustentável, a comercialização eficiente, o acesso a mercados, a geração de renda e a preservação ambiental. No entanto, os desafios para a universalização da conectividade rural no Brasil são diversos e complexos. Entre os principais estão: (i) a extensão territorial, com vastas áreas de baixa densidade demográfica e desigualdades regionais que dificultam a expansão da infraestrutura; (ii) a baixa atratividade econômica para investimentos em sistemas de telecomunicações em áreas remotas; (iii) as dificuldades para o acesso aos dispositivos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) pelas populações em situação de vulnerabilidade; e (iv) os diferentes níveis de letramento digital entre os agricultores familiares.

○ **"Diagnóstico e estudo de viabilidade a fim de subsidiar o governo na implementação de programas de conectividade e plataformas digitais, com vistas a atender necessidades da agricultura familiar na inclusão digital"** se insere no Projeto de Cooperação Técnica Internacional IICA/BRA/21/001 - "Ampliação do acesso da agricultura familiar aos mercados nacionais e internacionais, fortalecendo políticas públicas e projetos estratégicos relacionados à bioeconomia, ao extrativismo e à biodiversidade", que visa apoiar o Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar - MDA, no âmbito da Secretaria de Governança Fundiária e Desenvolvimento Territorial e Socioambiental, com subsídios para a implementação de programas de conectividade e plataformas digitais voltados para a inclusão digital da AF.

Para tanto, o estudo se propôs a mapear o público do MDA (AF e pequenos produtores rurais) e sua atual cobertura de internet, para então modelar a ampliação dessa cobertura, considerando as diferentes tecnologias disponíveis e o custo desta expansão. Com base na simulação, bem como na proposição de ajustes no marco regulatório que incide sobre a conectividade rural, na análise de alternativas para o acesso a instrumentos de fomento, financiamento e crédito rural, e no delineamento de medidas para impulsionar a ATER Digital, o estudo contribui para subsidiar o governo com informações espacializadas e estratégias para a implementação de políticas públicas mais assertivas que fortaleçam este público.



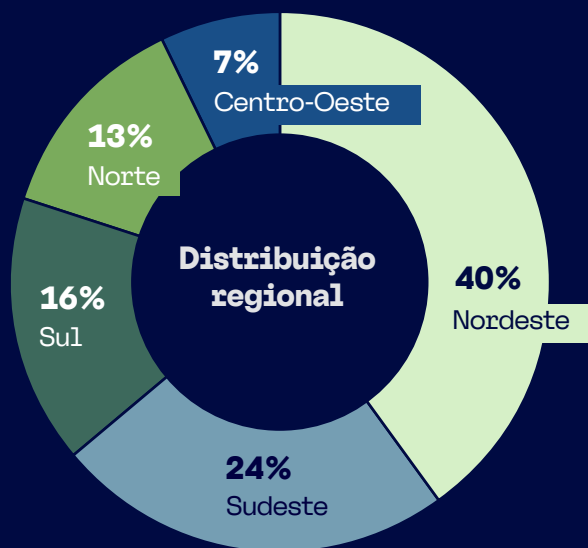
PARTE II

Mapeamento do público-alvo e da cobertura atual

O estudo realizou um mapeamento inédito e detalhado dos domicílios da agricultura familiar e pequenos estabelecimentos rurais em todo o território nacional, utilizando dados do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE) do IBGE e outras bases oficiais. Foram identificados **aproximadamente 10 milhões de domicílios classificados como agricultura familiar e pequenos estabelecimentos rurais**, distribuídos em diferentes tipologias: beneficiários do Pronaf B, outros beneficiários do Pronaf, assentamentos da reforma agrária, territórios quilombolas, terras indígenas e pequenos estabelecimentos rurais não enquadrados no Pronaf. **A maior parte desses domicílios está localizada na região Nordeste (40%), seguida do Sudeste (24%), Sul (16%), Norte (13%) e Centro-Oeste (7%).**

10 milhões de domicílios

- Beneficiários do Pronaf B
- Outros beneficiários do Pronaf
- Assentamentos da reforma agrária
- Territórios Quilombolas
- Terras Indígenas
- Pequenos estabelecimentos rurais não enquadrados no Pronaf



A análise revelou uma concentração significativa da agricultura familiar mais vulnerável (com acesso ao Pronaf B) na região Nordeste (90%), bem como em Assentamentos de Povos e Comunidades Tradicionais - PCT (60%) e Territórios Quilombolas (54%).

Quanto à cobertura atual de sinal de internet, o estudo utilizou um modelo avançado de simulação da propagação do sinal 4G no território nacional, considerando a localização das antenas, parâmetros técnicos e características do terreno. Os resultados mostraram que, embora 86% dos domicílios brasileiros possuam cobertura de qualidade alta de sinal 4G, apenas 29,8% dos domicílios da agricultura familiar e pequenos produtores contam com essa mesma qualidade de cobertura. Entre as tipologias analisadas, os pequenos estabelecimentos rurais apresentam a melhor cobertura relativa (34,5% dos domicílios desta categoria têm cobertura com qualidade alta), seguidos pelos Assentamentos da agricultura familiar - AF (31,6%) e Outros AF (que incluem AF - exceto Pronaf B - e estabelecimentos menores de 4 Módulos Fiscais) (22,9%). Já as tipologias Territórios Quilombolas, Pronaf B e Assentamentos PCT possuem menor cobertura de sinal 4G com qualidade alta (22,3%, 19,7% e 16,2%, respectivamente). Regionalmente, **o Sudeste apresenta maior número relativo de domicílios da AF e pequenos produtores atendidos por sinal 4G de alta qualidade (39% da AF e pequenos da região), seguido pelo Centro-Oeste (32%), Sul (29%), Nordeste (26%) e Norte (25%).** As regiões com maior ausência de sinal nos domicílios da AF e pequenos produtores são a Norte (51%), seguida do Centro-Oeste (44%), Sul (42%), Sudeste (38%) e Nordeste (37%).

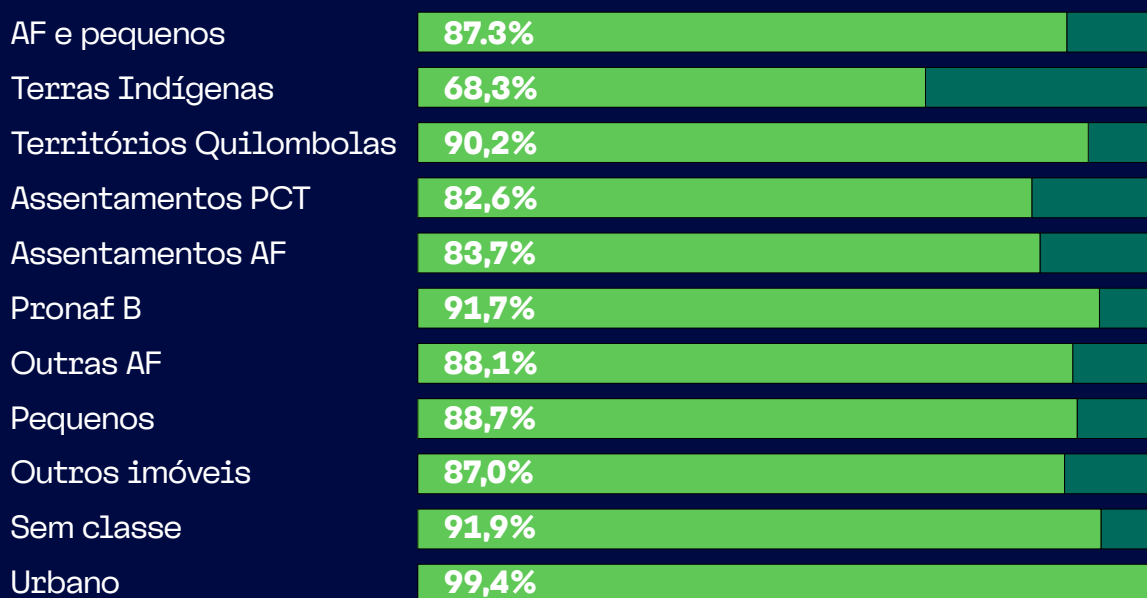


Simulação da Expansão da Conectividade e Análise de Custo-Benefício

O estudo desenvolveu um modelo inovador de simulação para a expansão da disponibilidade de sinal de internet em áreas rurais, considerando diferentes tecnologias combinadas (4G e TV White Spaces – TVWS) e a relação custo-benefício dessa expansão. **A simulação avaliou a adição de 50.000 pontos de infraestrutura, que proporcionariam uma cobertura adicional de 12,61 milhões de domicílios no Brasil, elevando a cobertura total de 86% para 97,5%. Para alcançar essa expansão, seriam necessários investimentos, custos e despesas operacionais totalizando R\$ 86,2 bilhões, com um custo médio de R\$ 6.836,05 por domicílio adicional atendido.** No entanto, a análise por agrupamentos de 2,5 milhões de domicílios mostrou que **o custo por domicílio aumenta significativamente à medida que a infraestrutura se expande para áreas de menor densidade demográfica.** O primeiro agrupamento de 2,5 milhões de domicílios adicionais atendidos exigiria 2.187 pontos de infraestrutura ao custo de R\$ 3,4 bilhões, resultando em um custo de R\$ 1.348,25 por domicílio. Já para o quinto agrupamento de expansão (de 10 milhões a 12,5 milhões de domicílios), seriam necessários 24.840 pontos de infraestrutura, utilizando R\$ 40,5 bilhões em recursos, a um custo de R\$ 16.192,68 por domicílio – o que representa um aumento de mais de 1.100% nos recursos financeiros necessários em comparação com o primeiro conjunto.

Especificamente para **a agricultura familiar e pequenos produtores**, o modelo de simulação resultou na **cobertura de 5,7 milhões de domicílios adicionais, elevando a cobertura total desse público de 29,9% para 87,3%**. Os 12,7% de domicílios restantes, localizados em áreas de difícil acesso e baixa densidade populacional, poderiam ser atendidos por tecnologia via satélite, com um custo estimado de R\$ 16,0 bilhões. A análise regional mostrou que **o Nordeste seria a região mais beneficiada com a expansão, em termos absolutos e relativos, com 2,1 milhões de domicílios da AF e pequenos produtores adicionalmente atendidos, passando de 26% para 88% de cobertura**. Em seguida viria o Sudeste (1,3 milhão), Sul (1,0 milhão), Norte (0,8 milhão) e Centro-Oeste (0,4 milhão).

Percentual de domicílios cobertos por categoria



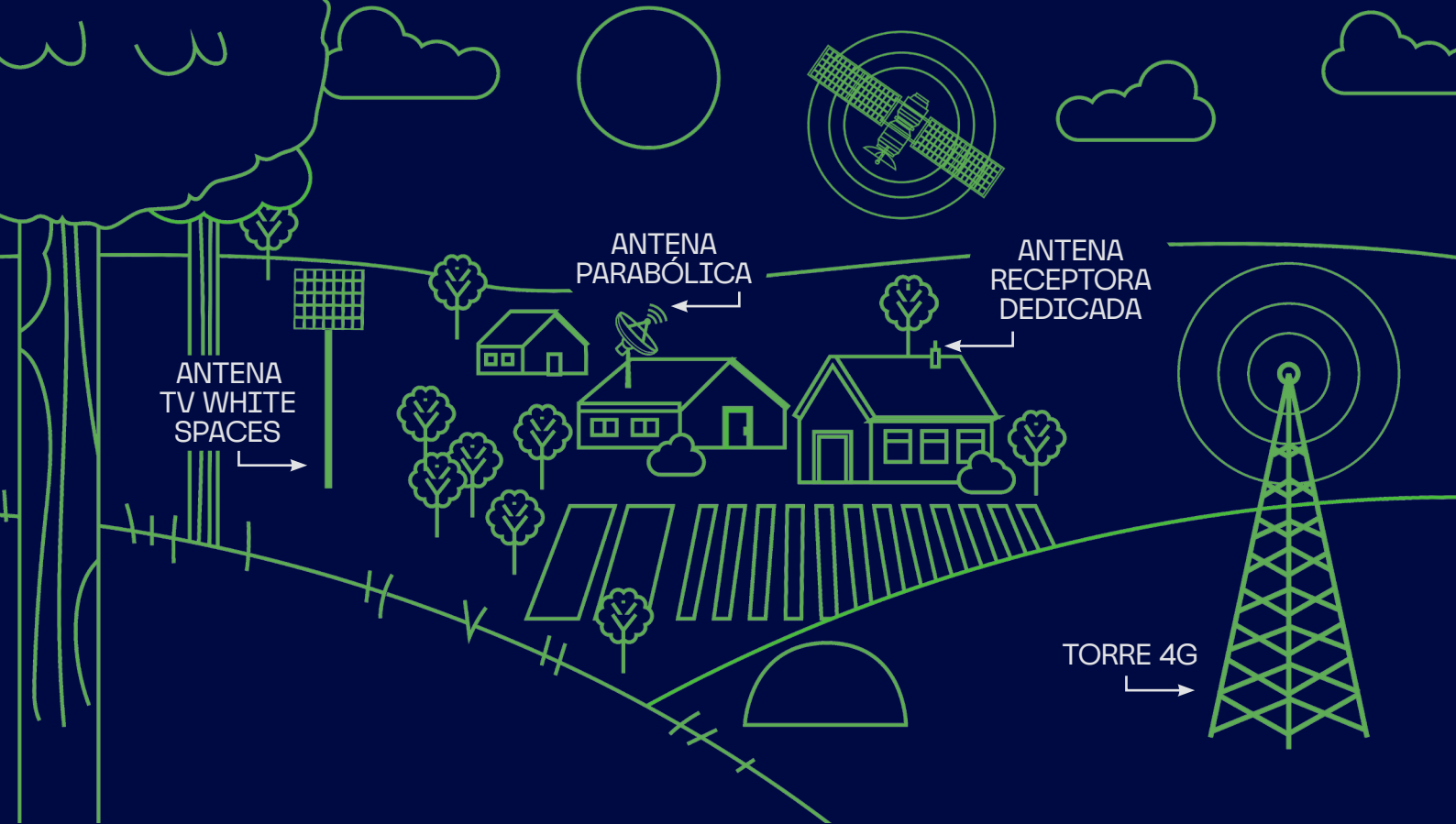
ATENDIDOS

NÃO-ATENDIDOS

PARTE IV

TV White Spaces (TVWS) e antenas receptoras de sinal

Além das **alternativas tecnológicas** para a expansão da conectividade rural já mencionadas (4G, TVWS e internet via satélite), o estudo também analisou, de forma preliminar e isolada, o potencial de ampliação da cobertura se utilizada apenas a tecnologia TVWS, com vistas ao atendimento do público do MDA. **Esta tecnologia, que usa as frequências não utilizadas do espectro de televisão, mostrou-se particularmente promissora para o meio rural devido à sua capacidade de cobrir grandes áreas (até 20 km de raio), mesmo através de obstáculos** como vegetação e topografia acidentada. Conforme informações coletadas junto ao Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel), o equipamento de rádio para propagação do sinal de TVWS utilizado na simulação pode operar nas frequências de 470 MHz a 694 MHz, com potência de transmissão entre +27 dBm e +30 dBm, suportando até 120 conexões por dispositivo. **Mais de 2.100 municípios brasileiros possuem canais livres aptos à exploração pelo TVWS, com maior disponibilidade na região amazônica**, justamente onde são identificados os maiores vazios de conectividade rural. **Essa tecnologia representa uma alternativa viável, estratégica e de menor custo para a expansão da conectividade em áreas remotas e com baixa infraestrutura de telecomunicações, complementando a infraestrutura 4G e promovendo a inclusão digital.** Os resultados dessa simulação revelaram que, somente com a ampliação da cobertura via TVWS, mais 1,9 milhão de domicílios da AF e pequenos seriam adicionalmente atendidos, com incrementos percentuais significativos dentro de cada tipologia.



O uso de antenas receptoras dedicadas também foi avaliado como solução complementar para ampliar a área de cobertura do sinal 4G existente. De acordo com orientações do Inatel, uma das possibilidades seria o uso de repetidores de sinal celular com capacidade de ganho de sensibilidade equivalente a 10,0 dB, permitindo estender a cobertura para domicílios localizados em áreas de sinal fraco. A simulação estimou que 1,4 milhão de domicílios da AF e pequenos poderiam ser beneficiados, representando um aumento de 47,6% no acesso à internet por este público.

PARTE V

Marco regulatório e políticas públicas

O estudo identificou que a trajetória regulatória da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) evidencia um processo progressivo de abertura, flexibilização e reorganização do uso do espectro radioelétrico, com vistas a ampliar a inclusão digital. Marcos importantes incluem o Plano Nacional de Banda Larga (2010), o desligamento da TV analógica (2016), que liberou a faixa de 700 MHz, a Resolução Anatel nº 747 (2021), que estabeleceu condições para o uso do espectro ocioso de forma compartilhada, e a harmonização internacional da faixa de 600 MHz (2023).

Para consolidar um ambiente regulatório propício à transformação digital no campo, **o estudo sugere ajustes** como:

- **Ampliação do espectro disponível para as tecnologias 4G e 5G, com foco nas faixas sub-GHz** que oferecem maior alcance e melhor penetração em áreas rurais;
- **Regulamentação completa da tecnologia TVWS**, definindo a gestão dos canais disponíveis, padronizando procedimentos e estabelecendo requisitos para homologação de equipamentos;
- **Fomento a modelos descentralizados e comunitários de implementação**, como redes privativas e comunitárias;
- **Medidas complementares** como redução de tarifas de importação, revisão dos fundos de universalização e **estímulo a parcerias público-privadas**.

PARTE VI

Instrumentos de fomento e financiamento

O estudo identificou diversos instrumentos de fomento e financiamento que podem viabilizar e impulsionar iniciativas de inclusão digital e modernização tecnológica no meio rural, agrupados em cinco categorias principais.

Destaca-se o **potencial do Pronaf** para financiar tecnologias e soluções de conectividade para a modernização das propriedades rurais, bem como iniciativas específicas como o **Agroamigo Net do Banco do Nordeste**, voltado à agricultura familiar, que permite o financiamento de infraestrutura de conectividade rural (antenas, roteadores, tablets etc.).

Panorama dos instrumentos de fomento e financiamento



Instrumentos específicos do setor de telecomunicações



Instrumentos da FINEP



Instrumentos voltados ao setor agropecuário



Instrumentos de financiamento para inovação e digitalização



Programas voltados para investimentos na ampliação da conectividade

PARTE VII

ATER digital voltada à agricultura familiar

O estudo também propôs uma **metodologia de ATER digital** direcionada ao público da agricultura familiar, **com foco em processos de ensino-aprendizagem mediados por tecnologias digitais**. A proposta concebe o extensionista como educador e valoriza a comunicação dialógica e adaptada às realidades locais, com uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) em encontros presenciais e remotos, síncronos ou assíncronos. São apresentadas seis **dimensões que estruturam a ATER digital**: organizacional, interacional, inclusão, comunicacional, digitalização e pedagógica. A implementação dessa abordagem se dá em três etapas:

1 Mapeamento dos processos, preferências e limitações da comunicação digital

2 Diagnóstico da maturidade digital e da comunicação nos territórios rurais

3 Elaboração de planos de ação baseados nas análises anteriores, incluindo ações organizacionais e pedagógicas

A metodologia enfatiza o respeito à diversidade territorial e o protagonismo dos agricultores, articulando estratégias de inclusão digital com políticas públicas eficazes.

Recomendações estratégicas

Com base nos resultados do estudo, são propostas as seguintes recomendações estratégicas para ampliar a conectividade rural e promover a inclusão digital da agricultura familiar.



Priorizar investimentos em infraestrutura de conectividade nas **regiões com maior concentração de agricultura familiar e menor cobertura atual**, especialmente no Nordeste e Norte do país



Conceber um **programa nacional de conectividade rural que combine diferentes tecnologias** (4G, TVWS, antenas receptoras) de acordo com as características de cada região, otimizando a relação **custo-benefício**



Atualizar o marco regulatório para **facilitar a implementação de soluções alternativas como TVWS e redes comunitárias**, com foco na simplificação de procedimentos e redução de barreiras



Fortalecer e ampliar as **linhas de crédito específicas para aquisição de equipamentos de conectividade e tecnologias digitais** pelos agricultores familiares, integrando-as às políticas de ATER



Desenvolver **programas de capacitação digital** para agricultores familiares, com foco no uso produtivo das tecnologias digitais



Estabelecer **parcerias público-privadas para compartilhamento de infraestrutura** e redução de custos de implementação



Integrar as políticas de conectividade rural com outras políticas de desenvolvimento territorial, como educação, saúde e comercialização

PARTE IX

Principais contribuições do estudo

O estudo contribuiu com metodologias inovadoras, incluindo o cruzamento inédito de bases de dados como CNEFE, CAF, CAR, INCRA e FUNAI, a fim de localizar no território, com precisão, diferentes tipologias de AF e pequenos produtores rurais, bem como a modelagem para propor estratégias otimizadas de expansão do sinal. **As contribuições metodológicas oferecem embasamento sólido para o desenho, implementação e ou ajustes em políticas públicas que promovam inclusão digital e produtiva da AF, com impacto também em outras áreas**, como transporte rural, crédito, comercialização, assistência técnica, conservação ambiental, educação e saúde.

Com investimentos direcionados e políticas públicas adequadas, o estudo mostrou que **é possível elevar significativamente a cobertura de internet de qualidade para os domicílios da agricultura familiar e pequenos produtores**. A **combinação de diferentes tecnologias, a otimização da relação custo-benefício, a atualização do marco regulatório e o fortalecimento dos instrumentos de fomento e financiamento** são elementos fundamentais para viabilizar essa transformação. Mais do que infraestrutura, a conectividade rural representa um vetor de inclusão social, produtiva e ambiental, contribuindo para a redução das desigualdades, o fortalecimento da agricultura familiar e a construção de um Brasil mais justo e sustentável. A implementação das recomendações propostas neste estudo pode contribuir significativamente para que o Brasil avance na universalização do acesso à internet no meio rural, garantindo que a agricultura familiar participe plenamente da transformação digital e se beneficie das oportunidades que ela oferece.



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO
AGRÁRIO E
AGRICULTURA FAMILIAR

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

