

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E POLÍTICAS PÚBLICAS – PPGDPP
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E POLÍTICAS PÚBLICAS

DIEGO BERWALD

CONTRIBUIÇÕES DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA O
DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL:
um estudo em São Paulo das Missões/RS

CERRO LARGO - RS

2025

DIEGO BERWALD

**CONTRIBUIÇÕES DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA O
DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL:
um estudo em São Paulo das Missões/RS**

Dissertação apresentada para o Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Políticas Públicas (PPGDPP), Linha de Pesquisa 2: Dinâmica Sociopolítica e Experiências de Desenvolvimento, da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Políticas Públicas.

Orientadora: Profa. Dra. Enise Barth

Coorientadora: Profa. Dra. Denize Grzybovski

CERRO LARGO – RS

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Berwald, Diego

CONTRIBUIÇÕES DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA O
DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL: um estudo em São
Paulo das Missões/RS / Diego Berwald. -- 2025.
86 f.

Orientadora: Dra. Enise Barth

Co-orientadora: Dra. Denize Grzybovski

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Políticas Públicas, Cerro Largo, RS,
2025.

I. , Enise Barth, orient. II. , Denize Grzybovski,
co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul.
IV. Título.

DIEGO BERWALD

**CONTRIBUIÇÕES DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA O
DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL:
um estudo em São Paulo das Missões/RS**

Dissertação apresentada para o Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Políticas Públicas (PPGDPP), Linha de Pesquisa 2: Dinâmica Sociopolítica e Experiências de Desenvolvimento, da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Políticas Públicas.

Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em: 20 de Agosto de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Enise Barth – UFFS
Orientadora

Profa. Dra. Denize Grzybovski – IFRS
Coorientadora

Prof. Dr. Marcos Paulo Dhein Griebeler - FACCAT
Avaliador

Profa. Dra. Louise de Lira Roedel Botelho – UFFS
Avaliadora

Dedico este trabalho aos meus pais, Velci e Evanir, e à minha irmã, Gabriela, que sempre apoiaram a minha trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Cursar o Mestrado em Desenvolvimento e Políticas Públicas foi um objetivo traçado há anos por mim, movido pelo desejo de desenvolvimento pessoal e profissional, e, especialmente, pelo interesse em contribuir de maneira mais qualificada para com a sociedade. Desde as etapas preparatórias, trabalhar por esse objetivo exigiu muita dedicação, mas também, renúncias a diversas oportunidades.

Dessa forma, expresso minha mais profunda gratidão aos meus pais Velci Reinke Berwald e Evanir Berwald, e à minha irmã Gabriela Berwald, pelo suporte incondicional, pela paciência e pela compreensão durante esta jornada tão importante.

À minha orientadora, Dra. Enise Barth, pela confiança em mim depositada, pelo amparo nos momentos de dificuldade, pelo estímulo à produção científica com responsabilidade e por sempre me indicar os melhores caminhos para o alcance dos objetivos propostos.

À minha coorientadora, Dra. Denize Grzybovski, brilhante e incansável, por sempre me desafiar a ir além e, principalmente, por suas valiosas contribuições para o desenvolvimento desta dissertação.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Políticas Públicas (PPGDPP), por todo o conhecimento compartilhado e pelos debates enriquecedores e inspiradores.

Aos colegas da “turma de 2023”, pelo companheirismo, pelos grupos de trabalhos, sugestões e incentivos.

Aos participantes da pesquisa, alguns até então desconhecidos, que gentilmente aceitaram contribuir com este estudo.

Aos servidores técnico-administrativos da Secretaria do PPGDPP, por todo o suporte administrativo e acadêmico ao longo do curso.

À UFFS, pelo seu compromisso com a educação pública, gratuita e de qualidade.

Por fim, a todos e todas que, de alguma forma, participaram e contribuíram nesta trajetória, deixo registrado meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

Esta dissertação investiga como a energia elétrica gerada por sistemas fotovoltaicos nos estabelecimentos da agricultura familiar contribui para o desenvolvimento rural sustentável no município de São Paulo das Missões/RS, considerando o papel das políticas públicas federais, os tipos de sistemas instalados (*on-grid* e *off-grid*) e as oportunidades e desafios para sua implementação local. O estudo se justifica pela crescente demanda por soluções sustentáveis e integradas para o meio rural, alinhadas ao ODS/ONU 7, sendo a energia solar fotovoltaica uma alternativa inovadora e promissora. A pesquisa também se justifica pela contribuição para o avanço teórico e prático, ao explorar uma temática ainda pouco desenvolvida na produção acadêmica nacional, com destaque para a realidade socioeconômica de São Paulo das Missões/RS e o protagonismo do pesquisador como agente local de transformação. A pesquisa empírica baseou-se no conceito de desenvolvimento rural e nas dimensões social, ambiental e econômica por meio do modelo “tripé da sustentabilidade” e foi desenvolvida no nível descritivo e por meio da estratégia pesquisa de campo. Os participantes da pesquisa foram agricultores familiares que implantaram sistemas fotovoltaicos e agricultores familiares que não implantaram sistemas fotovoltaicos. Os dados foram coletados mediante aplicação de questionários e pesquisa documental e analisados pelo método análise de conteúdo, com abordagem qualitativa. Os resultados indicam que o avanço da geração distribuída de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos contribui, na maior parte dos estabelecimentos analisados, para alavancar a produção rural, proporcionando maior disponibilidade energética para o desenvolvimento e ampliação dos processos produtivos, reduzir custos com eletricidade, melhorar a qualidade de vida das famílias rurais, valorizar o território e suas redes locais de produção, além de estimular a adoção de práticas ambientalmente responsáveis. No entanto, sua adoção ainda apresenta alguns desafios e frustrações, classificados na pesquisa como limitações, prejuízos e causas de arrependimento. Conclui-se que a energia solar fotovoltaica representa uma alternativa estratégica para integrar inovação tecnológica às práticas sustentáveis da agricultura familiar, ampliando as possibilidades de desenvolvimento rural com justiça social e preservação ambiental.

Palavras-chave: Desenvolvimento Rural Sustentável. Tripé da Sustentabilidade. Geração Distribuída. Energia Solar Fotovoltaica. Agricultura Familiar.

ABSTRACT

This dissertation investigates how photovoltaic solar energy generated in family farming establishments contributes to sustainable rural development in the municipality of São Paulo das Missões/RS, considering the role of federal public policies, the types of systems installed (on-grid and off-grid), and the opportunities and challenges for its local implementation. The study is justified by the growing demand for sustainable and integrated solutions for rural areas, aligned with UN/SDG 7, with photovoltaic solar energy emerging as an innovative and promising alternative. The research is also justified by its contribution to theoretical and practical advancement, as it explores a subject still underdeveloped in national academic production, with emphasis on the socioeconomic reality of São Paulo das Missões/RS and the researcher's role as a local agent of transformation. The empirical research was based on the concept of rural development and the social, environmental, and economic dimensions through the "sustainability tripod" model. It was conducted at the descriptive level and used field research as its strategy. Research participants included family farmers who implemented photovoltaic systems and those who did not. Data was collected through questionnaires and documentary research, and analyzed using content analysis with a qualitative approach. The results indicate that the expansion of distributed electricity generation via photovoltaic systems contributes, in most of the establishments analyzed, to boosting rural production, providing greater energy availability for the development and expansion of productive processes, reducing electricity costs, improving the quality of life of rural families, valuing the territory and its local production networks, and encouraging the adoption of environmentally responsible practices. However, its adoption still presents some challenges and frustrations, classified in the study as limitations, losses, and causes of regret. It is concluded that photovoltaic solar energy represents a strategic alternative to integrate technological innovation into the sustainable practices of family farming, expanding the possibilities for rural development with social justice and environmental preservation.

Keywords: Sustainable Rural Development. Sustainability Tripod. Distributed Generation. Photovoltaic Solar Energy. Family Farming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tripé da sustentabilidade.....	21
Figura 2 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.....	23
Figura 3 – Mapa do município de São Paulo das Missões	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dimensões da sustentabilidade propostas por Ignacy Sachs	22
Quadro 2 – Indicadores que compõe o IDR	27
Quadro 3 – Critérios para definição de microgeração e minigeração distribuída	29
Quadro 4 – Agrupamento de localidades do município de São Paulo das Missões.....	35
Quadro 5 – Participantes do estudo, segmentados por grupos	36
Quadro 6 – Categorias analíticas	38
Quadro 7 – Perfil dos participantes do Grupo A – com sistema fotovoltaico instalado.....	49
Quadro 8 – Perfil dos participantes do Grupo B – sem sistema fotovoltaico instalado	49
Quadro 9 – Síntese das razões e possibilidades decorrentes da instalação de sistemas fotovoltaicos em interface com os pilares do Tripé da Sustentabilidade.....	57
Quadro 10 – Síntese das limitações, prejuízos e causas de arrependimento decorrentes da instalação de sistemas fotovoltaico em interface com os pilares do Tripé da Sustentabilidade.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Expansão anual da geração distribuída de energia elétrica pela radiação solar com classe de consumo rural em São Paulo das Missões/RS	45
Tabela 2 – Expansão conforme os principais marcos da geração distribuída de energia elétrica pela radiação solar com classe de consumo rural em São Paulo das Missões/RS..	46

LISTA DE SIGLAS

AIDS	Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASSLOS	Assessoria de Logística e Suprimentos
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CMMAD	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
COREDE	Conselho Regional de Desenvolvimento
ESG	<i>Environmental, Social e Governance</i>
HIV	Vírus da Imunodeficiência Humana
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDR	Índice de Desenvolvimento Rural
KW	Quilowatts
MW	Megawatts
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PERS	Programa de Energia Renovável Social
PIB	Produto Interno Bruto
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
SCEE	Sistema de Compensação de Energia Elétrica
SCIELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SFV	Sistema Fotovoltaico
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA E DO PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo geral	16
1.2.2 Objetivos específicos	16
1.3 JUSTIFICATIVA	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	19
2.2 DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL	24
2.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	27
3 METODOLOGIA.....	33
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	33
3.2 UNIVERSO E AMOSTRA	33
3.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	36
3.4 COLETA DE DADOS	36
3.5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	38
3.6 QUESTÕES ÉTICAS NA PESQUISA	39
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	41
4.1 POLÍTICAS PÚBLICAS FEDERAIS E A EXPANSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA NO SETOR RURAL	41
4.1.1 Políticas públicas federais sobre geração distribuída e a energia solar	41
4.1.2 Influência das políticas públicas federais na decisão dos agricultores familiares	45
4.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM ESTABELECIMENTOS RURAIS DA AGRICULTURA FAMILIAR	48
4.2.1 Perfil dos participantes e seus respectivos estabelecimentos rurais	48
4.2.2 Caracterização dos sistemas fotovoltaicos nos estabelecimentos rurais	51
4.3 LIMITES E POSSIBILIDADES DA ENERGIA SOLAR NO DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL	52
4.3.1 Razões e aplicações da energia solar para o desenvolvimento rural sustentável	53
4.3.2 Limitações, prejuízos e causas de arrependimento com a energia solar fotovoltaica	58
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65

REFERÊNCIAS	69
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	77
APÊNDICE B – Formulário para participante(s) responsável(is) por estabelecimento rural com sistema fotovoltaico instalado.....	79
APÊNDICE C – Formulário para participante(s) responsável(is) por estabelecimento rural sem sistema fotovoltaico instalado	82
APÊNDICE D – Formulário para tabulação dos dados	85

1 INTRODUÇÃO

A apresentação do tema, da problemática investigada, dos objetivos e das justificativas compreende a primeira parte desta Dissertação.

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA E DO PROBLEMA DE PESQUISA

A geração de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos apresenta baixo impacto ambiental negativo e pode ser uma aliada à promoção do desenvolvimento rural sustentável. Contudo, a sustentabilidade nem sempre foi parâmetro para o modo de vida e de consumo das sociedades. Até o século XX, perdurou a ideia de que os recursos naturais poderiam ser inesgotáveis e de que a natureza seria capaz de continuamente prover as necessidades humanas (Micheletti, 2023). Da mesma forma, havia uma ideia implícita de que as sociedades poderiam progredir indefinidamente aos mais elevados patamares de riqueza material (Diegues, 1992); e assim, desencadeava-se “uma curva ascendente de crescimento de consumo e modo de vida que não poderia ser mantida”, dada a sua insustentabilidade (Sena, 2018, p. 137).

Antes de se discutir desenvolvimento, em especial o desenvolvimento sustentável, já se discutia a ideologia do progresso. Conforme Barbosa e Ambrózio (2014), a ideia de progresso manifestada inicialmente sobre avanços técnicos e científicos, por volta de 1740, avançou para as searas filosófica, econômica, política e histórica, sendo objeto de discussão nos salões parisienses durante o Iluminismo¹.

O progresso, em sua ideologia, assumiu um sentido de melhoramento e com frequência era associado a ideias como a de crescimento, evolução e perfeição. Na década de 1930, com a crise financeira, a ideologia do progresso começou a perder força, vindo a ser substituída, especialmente no discurso (neo)liberal, mas também no socialista real, pelo termo “desenvolvimento”. Embora a ideologia do progresso estivesse presente até por volta da década de 1970, na década de 1950 a ideia de desenvolvimento já estava sendo amplamente utilizada na literatura econômica e na linguagem comum (Almeida, 1995).

A concepção de “desenvolvimento sustentável” se deu em 1987, no Relatório Brundtland (Nosso Futuro Comum) da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Em sua essência, consiste no “desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender às suas

¹ Movimento cultural e intelectual do século XVIII (Calloni, 2006).

próprias necessidades” (Nações Unidas Brasil, 2020, s.p.). Sartori, Latrônico e Campos (2014) explicam que o desenvolvimento sustentável consiste num processo variável de mudanças, que possui como objetivo final, a sustentabilidade. A sustentabilidade, por sua vez, é comumente associada apenas às questões ambientais, mas para Sachs (2009), se desdobra num conceito mais amplo, que exige, ao menos, a realização de oito critérios, os quais são: sociais, culturais, ecológicos, ambientais, territoriais, econômicos, políticos nacionais e políticos internacionais.

Historicamente, a matriz energética com predominância global baseou-se em fontes não renováveis, como o carvão mineral, derivados do petróleo e gás natural. Contudo, é essencial para um desenvolvimento sustentável que ocorra a transição do uso de fontes não renováveis para fontes de energia limpa, com menor impacto ambiental negativo.

Para Stefanello, Marangoni e Zeferino (2018), o montante de energia que uma nação consome figura como um importante indicador de desenvolvimento, no entanto, ressaltam a importância de políticas públicas assertivas que viabilizam a construção de uma matriz energética sustentável. Nesse sentido, Sachs (2009, p. 40), ao tratar dos caminhos para o desenvolvimento sustentável, menciona que “diferentes sistemas locais de geração de energia (baseados em biomassa, mini-hidrelétricas, eólicos e solares) devem ser projetados e testados”.

A energia solar fotovoltaica² consiste numa fonte de energia renovável e sustentável. Atualmente, países como a China, Estados Unidos, Índia, Japão e Alemanha, nesta ordem³, lideram a produção de energia solar no mundo. O Brasil, embora tenha se inserido lentamente neste meio, alcançou em 2023 o sexto lugar no *ranking* mundial de potência instalada, conforme dados da *International Renewable Energy Agency* (Irena, 2025).

A energia solar fotovoltaica apresenta um diferencial em relação a outras fontes energéticas, que está associado a sua modularidade e possibilidade de ajustes nos projetos. Isso implica, no entanto, em projetos específicos para cada situação. As instalações podem ser realizadas em áreas rurais ou urbanas, seja em telhados (casas, prédios, fábricas, galpões), em estruturas no solo ou em objetos em movimento. A depender do tipo de sistema utilizado, a energia produzida, que não é imediatamente consumida na unidade geradora, pode ser

² O “efeito fotovoltaico” remete ao ano de 1839, quando Edmond Becquerel observou a produção de eletricidade gerada por duas placas de latão imersas em uma solução líquida de eletrólitos. Em 1883 foi criada, por Charles Fritts, a primeira bateria solar, que utilizava folhas de selênio e cuja capacidade de conversão elétrica era de apenas 1%. Já a primeira célula solar de silício, próxima ao que se tem na atualidade, fora desenvolvida recém em 1954, por Russell Shoemaker Ohl, com a contribuição de cientistas do laboratório *Bell Labs*, e apresentava uma eficiência de conversão energética em torno de 6%. De lá para cá, muito se evoluiu em termos de produtos e eficiência energética (Machado; Miranda. 2015, p. 127).

³ Conforme o Ranking da *International Renewable Energy Agency* atualizado em 26 de março de 2025 (Irena, 2025).

transferida para a rede da distribuidora de energia elétrica (geração *on-grid*), gerando crédito de energia elétrica para o consumo posterior; ou então, ser depositada em baterias locais (quando na geração *off-grid*) (Bezerra, 2019; Sousa; Sousa; Reis Jr., 2023).

Por essa razão, uma pressuposição é de que a geração de energia elétrica por meio de sistemas fotovoltaicos tem potencial para alterar o meio onde for implementada. Esse potencial, seguindo os ensinamentos de Sachs (2009, p. 41), torna-se “fundamental para o funcionamento mais eficiente dos sistemas de produção e para a melhoria das condições de vida”. Assim se introduz a discussão acerca da geração de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos como forma de contribuição para a promoção do desenvolvimento rural sustentável, no âmbito da agricultura familiar no município de São Paulo das Missões, o qual faz parte do Conselho Regional de Desenvolvimento (Corede Missões).

São Paulo das Missões/RS possui uma economia alicerçada, majoritariamente, em atividades da agricultura familiar, na qual se desenvolve a pecuária leiteira e de corte, suinocultura, cultivo de cereais, hortaliças, frutas e a produção agroindustrial de alimentos, além do comércio local e do turismo (IBGE, 2017; Rota Missões, s.a., s.p.). Estas são atividades típicas também dos demais municípios que integram o Corede Missões.

Neste contexto, a inquietação que cercou a pesquisa partiu do pressuposto de que a utilização de fontes renováveis, de energia limpa e barata, pode contribuir para a promoção de um desenvolvimento rural sustentável, dentre as quais, se destaca a energia solar fotovoltaica. Para tanto, o presente estudo se propôs a responder a seguinte pergunta de pesquisa: Como a energia elétrica gerada por sistemas fotovoltaicos nos estabelecimentos da agricultura familiar contribui para o desenvolvimento rural sustentável no município de São Paulo das Missões/RS?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar como a energia elétrica gerada por sistemas fotovoltaicos nos estabelecimentos da agricultura familiar contribui para o desenvolvimento rural sustentável no município de São Paulo das Missões/RS.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Identificar políticas públicas federais sobre geração distribuída de energia;

- b) Descrever a influência das políticas públicas federais na decisão do agricultor familiar de São Paulo das Missões na instalação de sistemas fotovoltaicos em seu estabelecimento rural;
- c) Verificar a existência de sistemas fotovoltaicos que operam conectados (*on-grid*) ou isolados (*off-grid*) da rede de distribuição de energia elétrica em estabelecimentos da agricultura familiar no município de São Paulo das Missões;
- d) Refletir sobre as possibilidades e limitações da geração de energia elétrica por meio de sistemas fotovoltaicos no desenvolvimento rural sustentável local.

1.3 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento rural sustentável consiste numa vertente derivada da concepção de desenvolvimento sustentável, em crescente discussão desde 1987, quando foi enfatizada pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento como proposta de intervenção às consequências ambientais e sociais causadas pelos modelos de produção e consumo até então existentes (Micheletti, 2023). Trata-se de um desafio multifacetado, multinível e que envolve diversos atores, demandando soluções inovadoras e integradas (Castro; Pereira, 2020).

Nessa ótica, sob uma perspectiva global, com ênfase regional, observa-se um aumento significativo na implementação de sistemas fotovoltaicos para a geração de energia elétrica a partir da radiação solar. Essa fonte energética caracteriza-se como inesgotável, renovável e sustentável, suscitando interesse quanto ao seu potencial de contribuir para o desenvolvimento rural sustentável. Tal possibilidade encontra respaldo no sétimo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que promove o acesso à energia limpa e acessível, além de apresentar interações relevantes com os demais objetivos estabelecidos (IBGE, 2024).

Esta dissertação se fundamenta na necessidade de investigar o papel da geração de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos como elemento impulsionador do desenvolvimento rural sustentável nos municípios que compõem o Corede Missões. O município de São Paulo das Missões apresenta características predominantemente rurais, estruturado majoritariamente por empreendimentos rurais familiares e da agricultura familiar, cujos padrões organizacionais são semelhantes aos demais municípios da região Corede Missões.

Este estudo também contribui para o desenvolvimento do campo teórico, uma vez que produz conhecimento novo. Registra-se que numa busca realizada na *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

Superior (CAPES), utilizando-se os termos “desenvolvimento rural sustentável” e “energia solar”, no título, delimitando todo o período até 2024, encontrou-se apenas uma tese do ano de 2023 e duas dissertações do ano de 2022 no Catálogo da CAPES, uma tese do ano de 2023 e uma dissertação do ano de 2022 na BDTD (sendo as mesmas já encontradas no Catálogo da CAPES) e nenhum resultado na SCIELO. No repositório da UFFS também não se encontrou produção acadêmica voltada à integração dos assuntos supra, contudo, encontraram-se estudos sobre energia solar fotovoltaica e uma aplicação veicular, aplicação em uma cidade inteligente, viabilidade na avicultura de corte, e estudos sobre a eficiência dos sistemas fotovoltaicos.

Ademais, trata-se de um estudo interdisciplinar, alinhado aos propósitos da linha de pesquisa “Dinâmicas Sociopolíticas e Experiências de Desenvolvimento”, uma vez que privilegia a estratégia de desenvolvimento. O mesmo contempla políticas públicas, tecnologia e inovação e o potencial para nortear ações para o desenvolvimento rural sustentável.

Ressalta-se, por fim, o interesse e a motivação pessoal do pesquisador pelo tema em questão, pelo fato de ser filho de agricultores e residir numa comunidade rural do município de São Paulo das Missões, o que proporciona lugar de fala. Ademais, o estudo contribui para a participação ativa do pesquisador no planejamento e implementação de práticas para o desenvolvimento sustentável da comunidade rural e entorno, servindo de modelo de replicação, no que couber, aos municípios da região. Além disso, o pesquisador atua na Assessoria de Logística e Suprimentos (ASSLOS) da UFFS, e o conhecimento adquirido sobre geração de energia a partir de fontes renováveis e desenvolvimento sustentável contribui para o planejamento patrimonial da instituição, assessoramento nos processos de manutenção e nas atividades de ensino, pesquisa e extensão relacionadas.

A presente dissertação foi organizada em cinco partes, incluindo esta, introdutória, que contém a contextualização do tema, o problema de pesquisa, objetivos e justificativa do estudo, evidenciando a sua aderência ao PPGDPP, em nível de Mestrado. Na segunda parte apresentam-se os fundamentos teóricos do desenvolvimento rural sustentável e da geração de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos, em consonância com as principais políticas públicas destinadas à promoção da temática. Na terceira parte apresenta-se a metodologia, que versa sobre a classificação da pesquisa em relação à sua abordagem, a unidade de análise, participantes da pesquisa, a forma de coleta, análise e interpretação dos dados, e questões éticas na pesquisa. A quarta parte se destina à apresentação e à discussão dos resultados. Na quinta parte, apresentam-se as considerações finais da pesquisa. Por fim, encerra-se com as referências das fontes que subsidiaram a elaboração da dissertação e os apêndices.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta parte da dissertação apresenta o referencial teórico que subsidiou a análise e discussão acerca do objeto da investigação; e está composta por três seções: desenvolvimento sustentável, desenvolvimento rural sustentável e energia solar fotovoltaica como estratégia para o desenvolvimento rural sustentável.

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Os impactos ambientais e sociais provocados pelos processos de industrialização e urbanização presentes nos modelos de desenvolvimento pós-guerra, tanto no sistema capitalista quanto no socialista (real), deram início aos debates sobre sustentabilidade. O tema passou a ser discutido no campo científico nas décadas de 1940 e 1950, alcançando a esfera civil nos anos de 1960 e 1970, atingindo a esfera política nas décadas de 1970 e 1980 e difundindo-se no meio empresarial e religioso na década de 1990 (Rotta; Reis, 2016).

Inúmeras ações de cooperação internacional em prol do meio ambiente ocorrem durante o século XX até se chegar à concepção do desenvolvimento sustentável, como o Congresso Internacional de Zoologia, em Berlim (1901), Congresso para a proteção dos pássaros, em Paris (1902), Congresso Internacional de Botânica, em Viena (1905), Conferência Internacional para a Proteção da Natureza, em Berna (1913), Congresso Internacional para a Proteção da Natureza, em Paris (1923), II Congresso Internacional para a Proteção da Natureza, em Paris (1931), Convenção para a Proteção da Natureza e da Vida Selvagem no Hemisfério Ocidental (1942), União Internacional para a Conservação da Natureza, em Brunnen (1947), Conferência sobre a Natureza e Recursos Naturais (1965), dentre outras (Sena, 2018).

No ano de 1972, com a primeira Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente, em Estocolmo, na Suécia, o tema ambiental assumiu papel de destaque na agenda mundial do desenvolvimento. Foram pautadas questões relacionadas à poluição atmosférica, da água e do solo, provocadas pelas indústrias; o temor de vazamento de radiação nuclear decorrente do processo de geração de energia elétrica através do urânio; o impacto provocado pelo crescimento demográfico sobre os recursos naturais que poderia levar à luta por alimentos, tendo-se em vista uma demanda superior à capacidade produtiva do planeta; e a discussão sobre a aplicação de diferentes medidas para países centrais e periféricos (Ribeiro, 2001). Propostas relacionadas à limitação do controle populacional e crescimento econômico nestes países causaram revolta entre desenvolvimentistas e zeristas, dando origem às teses do crescimento

zero e a desenvolvimentista; posicionando de um lado “os que advogavam a favor de se barrar o crescimento econômico de base industrial e, portanto, poluidor e consumidor de recursos não-renováveis; do outro estavam aqueles que reivindicavam o “desenvolvimento” trazido pela indústria” (Ribeiro, 2001, p. 79).

Do enfrentamento protagonizado pela China na Conferência de Estocolmo, prevaleceu a soberania dos países periféricos frente à tentativa de controle externo, mantendo-se as prerrogativas internas para políticas desenvolvimentistas. Contudo, essa decisão resultou num plano de ação com 109 recomendações (de difícil alcance) para os países-membros e a indicação à Organização das Nações Unidas (ONU) para a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (Ribeiro, 2001).

Sobre as conclusões da Conferência de Estocolmo, extraiu-se que para o crescimento econômico poderiam ser impostas regras e condições, mas não a sua paralização. Devido à forma como esse crescimento ocorria, Sachs (2009, p. 52) se manifesta no sentido de que “o crescimento econômico ainda se fazia necessário, mas ele deveria ser socialmente receptivo e implementado por métodos favoráveis ao meio ambiente, em vez de favorecer a incorporação predatória do capital da natureza ao PIB”.

Dadas as condições da época, instituiu-se a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) em 1983, com representantes de grande parte dos países integrantes da ONU, que foi intitulada “Comissão Brundtland”, em razão de sua coordenadora, a então Primeira Ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland (Lago, 2006). O fruto do trabalho da CMMAD foi publicado em 1987, documento intitulado “Nosso Futuro Comum”, onde apresentou-se a necessidade de um “desenvolvimento sustentável”. Conforme o documento, “desenvolvimento sustentável é desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender as suas próprias necessidades” (Torres; Angelo, 2022, p. 12).

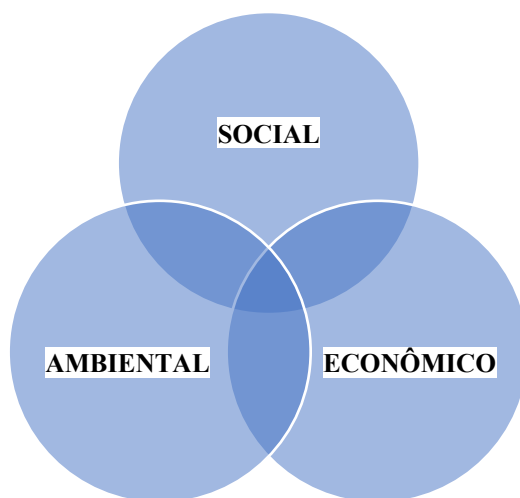
Torres e Angelo (2022, p. 12) explicam que a ideia de desenvolvimento sustentável trouxe limitações, embora não absolutas, que foram “impostas pelo estado atual da tecnologia e da organização social aos recursos ambientais e pela capacidade da biosfera de absorver os efeitos das atividades humanas”. A limitação do crescimento populacional, a garantia de alimentação, a preservação dos ecossistemas e da biodiversidade, a redução do consumo de energia não-renovável e o desenvolvimento de fontes energéticas renováveis, e a integração do campo e da cidade, conforme estabelecia o documento, estavam entre as prioridades para os países comprometidos com o desenvolvimento sustentável (Brüseke, 1994).

Desde então, desenvolvimento sustentável tornou-se objeto de estudo e discussão em nível global. John Elkington, em 1994, estruturou o modelo “*triple bottom line*” do desenvolvimento sustentável em três dimensões operacionais (social, ambiental e econômica) para contemplar preocupações específicas sobre pessoas, planeta e lucro, assim descrito por Klabin (2010, p. 6):

Nasceu, então, o primeiro patamar filosófico do assim chamado *triple bottom line*, transformado por John Elkington em um conceito operacional de sustentabilidade que integrava o social ao ambiental e ao econômico. Esse tripé deveria ter todas as pernas igualmente válidas e interativas. Do contrário, o desenvolvimento não seria sustentável.

O referido modelo conhecido como “tripé da sustentabilidade” proposto por Elkinton (1997) fomentou a ampliação das discussões acerca da sustentabilidade empresarial ao evidenciar a necessidade de incorporar práticas fundamentadas na economia circular. Tal abordagem visa a compreensão de um desempenho organizacional equilibrado, pautado na sinergia entre os aspectos econômicos, sociais e ambientais, superando, assim, a lógica tradicional de resultados financeiros lineares, conforme representado na Figura 1

Figura 1 – Tripé da sustentabilidade



Fonte: Adaptado por Moreira e Vidor (2023, p. 3).

Para Sachs (2009), a sustentabilidade deve ser o objetivo do desenvolvimento, desdobrando-se em oito dimensões, como mostra o Quadro 1. É necessário que este desenvolvimento seja sustentável, que Sachs (2008) pressupõe ser um avanço coordenado entre todas essas dimensões.

Quadro 1 – Dimensões da sustentabilidade propostas por Ignacy Sachs

Dimensão	Objetivos da dimensão
Social	Homogeneidade social num patamar razoável, com distribuição de renda justa; Emprego pleno e/ou autônomo que proporcione qualidade de vida decente; Acesso igualitário aos recursos e serviços sociais.
Cultural	Inovação sem desrespeito à tradição; Projetos integrados e endógenos; Autoconfiança e abertura para o mundo.
Ecológica	Limitação do uso de recursos não-renováveis; Preservação do capital natural.
Ambiental	Respeito e realce da capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais.
Territorial	Equilíbrio entre investimentos públicos urbanos e rurais; Melhoria do ambiente urbano; Superação das disparidades inter-regionais; Estratégias seguras para o desenvolvimento de áreas ecologicamente frágeis.
Econômica	Desenvolvimento intersetorial equilibrado; Segurança alimentar; Inserção soberana na economia internacional; Modernização de forma contínua da produção e razoável nível de autonomia para pesquisas científicas e tecnológicas.
Política Nacional	Democracia e direitos humanos assegurados; Sintonia entre Estado e empreendedores para a implementação do projeto nacional; Nível razoável de coesão social.
Política Internacional	Eficácia dos sistemas da ONU para prevenir guerras, garantir a paz e promover a cooperação mundial; Desenvolvimento baseado no princípio da igualdade, favorecendo o parceiro mais fraco; Controle institucional do sistema internacional e de negócios; Controle da aplicação do princípio da precaução na gestão ambiental, prevenção das alterações globais negativas, proteção da biodiversidade, gestão do patrimônio global comum; Cooperação científica e tecnológica internacional.

Fonte: Adaptado de Sachs (2009, p. 85-88).

Nesta linha, em 1992, no Rio de Janeiro, a ONU promoveu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), que se popularizou como Rio 92 ou Eco 92, a maior Conferência já realizada para tratar do meio ambiente e desenvolvimento (Ministério do Meio Ambiente, 2024a). Dentre as deliberações da CNUMAD, dá-se ênfase à Declaração sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento; a criação da Comissão de Desenvolvimento Sustentável e a assinatura, por 179 países, da Agenda 21 Global (Ministério do Meio Ambiente, 2024a), contendo um plano de ação em prol do desenvolvimento sustentável (Santos; Medeiros, 2020). Para Copabianco (1992, p. 17), a Rio 92 foi uma “oportunidade para iniciar um longo e firme processo de mudanças internacionais, desde que não esperemos seus resultados, mas sim, trabalhemos para que eles se concretizem”.

Em 2000, na sede da ONU em Nova York, ocorreu a Cúpula do Milênio, evento histórico que marcaria o cenário global nas décadas seguintes. Essa reuniu 191 chefes de Estado e governo, com o objetivo de discutir e firmar compromisso conjunto para o desenvolvimento

sustentável do planeta. Fruto dessa cúpula, foi elaborada a Declaração do Milênio, um documento que estabelecia oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs).⁴

Os ODMs representavam um plano de ação ambicioso e abrangente, com metas para 2015 de combate à pobreza extrema, à fome, à mortalidade infantil, às doenças como HIV/AIDS e malária, promover a educação universal, a igualdade de gênero e a sustentabilidade ambiental. A assinatura da Declaração do Milênio pelos países signatários da ONU representou um passo crucial para a consolidação do desenvolvimento sustentável como um paradigma global, reconhecendo a interdependência entre as dimensões social, econômica e ambiental.

No Brasil, embora não se tenham alcançado integralmente as metas, os ODM desencadearam uma série de políticas públicas social e ambiental voltadas ao seu cumprimento (Gresse; Engels, 2020). A Agenda 2030, definida em 2015 pela Cúpula do Desenvolvimento Sustentável e chancelada por 193 países, representou avanços dos ODMs, um processo participativo coordenado pela ONU e envolvendo governos e diferentes stakeholders.

A Agenda 2030 consiste num Plano de Ação Global e é composta pela declaração que contém a visão, os princípios e compromissos firmados entre as nações. Como mostra a Figura 2, o plano está estruturado em 17 ODS, contendo estratégias e metas para a sua implementação, acompanhamento e avaliação (IBGE, 2024).

Figura 2 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável



Fonte: GT Agenda 2030 (s.a, s.p).

⁴ Documentos oficiais da ONU: Declaração do Milênio: <https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/united-nations-millennium-declaration>. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: <https://www.un.org/millenniumgoals/>. Relatório de 2015 sobre os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: <https://www.un.org/en/development/desa/publications/mdg-report-2015.html>

Os 17 ODS encontram-se subdivididos em 169 metas globais a serem alcançadas até o ano de 2030. De acordo com Berwald, Batista e Alves (2024), sua relevância para uma agenda de sustentabilidade está na orientação objetiva às práticas e indicadores para mensuração dos resultados, fornecendo um roteiro para governos, empresários e sociedade em geral.

2.2 DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL

Até o século XX, o espaço territorial rural se destinava basicamente ao desenvolvimento dos processos primários da economia, como a agricultura e a pecuária, caracterizado pela escassez de recursos e privações (Cella *et al.*, 2018). Este setor, até então, era visto como sinônimo de atraso, tradição e estocástico (Carneiro, 2008).

Dentre as manifestações que marcaram o início das mudanças no meio rural, Almeida (1995, p. 38) destaca a “ação conjugada do Estado, das indústrias agroalimentares e de uma camada de agricultores ‘empresariais’” dos Estados Unidos e Europa, ocorrida nas décadas de 1950 e 1960. Esses promoveram políticas públicas e o avanço tecnológico no campo, visando a transformação do setor ideologicamente “arcaico” para “moderno”, expandindo a produção e sua integração à indústria, englobando-o de forma crescente no sistema econômico. Contudo, o autor ressalta que esse desenvolvimento ficou restrito ao progresso das técnicas para o aumento da produção (foco econômico) em detrimento do foco da sustentabilidade.

No Brasil, o modelo produtivo buscou espelhar-se no ideário de transformação produtivo e tecnológico do modelo norte-americano. Por consequência, replicou uma série de problemas, em especial, desigualdade social, ampliação da crise ambiental e a própria insustentabilidade econômica no longo prazo (Almeida, 1995), os quais geraram críticas e impulsionaram o debate sobre desenvolvimento sustentável.

Com base nos critérios de sustentabilidade de Sachs (2009) e no tripé da sustentabilidade de Elkington (1997), que aborda a necessidade da economia circular, a ideia de desenvolvimento rural sob o viés da sustentabilidade sugere que só pode haver desenvolvimento se for sustentável. Para Micheletti (2023, p. 25), sustentabilidade consiste em ações que deem sustentação à vida no planeta Terra, um pressuposto para o desenvolvimento.

Fagnani, Sarti e Cassiolato (2015, p. 5), contextualizam o desenvolvimento como sendo:

um processo que combina, simultaneamente, (i) crescimento econômico e transformação das bases técnicas do sistema produtivo, e (ii) redistribuição da renda e redução das desigualdades sociais e regionais, sustentabilidade ambiental, aperfeiçoamento da democracia e afirmação dos interesses estratégicos nacionais e da soberania do Estado.

A noção de desenvolvimento rural também sofreu alterações ao longo do tempo, acompanhando a conjuntura global e direcionada ao bem-estar das populações que o integram e dele dependem (Navarro, 2001). Para ele, o desenvolvimento rural se caracteriza pelo conjunto de ações articuladas para induzir mudanças em determinado espaço rural.

A mudança de enfoque e de entendimento sobre desenvolvimento rural ocorreu tão somente a partir do final da década de 1990 (Schneider, 2010). Navarro (2001) afirma que por vezes desenvolvimento rural é confundido com expressões correlatas, como desenvolvimento agrícola, desenvolvimento agropecuário ou desenvolvimento agrário.

Navarro (2001, p. 88) critica:

a não existência, no Brasil, de uma consolidada tradição de análise das políticas públicas para o mundo rural, que investigasse amplamente as iniciativas dedicadas ao desenvolvimento rural em nossa história agrária recente, não apenas com relação aos seus impactos, mas igualmente quanto à sua racionalidade e estratégia operacional (no estilo dos policy studies). O resultado é que há um conjunto de expressões sendo atualmente utilizadas de forma intercambiável, malgrado seus distintos significados.

É notável o anseio da sociedade para que a atividade rural se desenvolva na perspectiva da sustentabilidade, integrando práticas dos sistemas agropecuários e do ESG aos propósitos da redução dos impactos ambientais e à valorização dos aspectos sociais/culturais e de governança envolvidos. É fundamental gerenciamento e minimização do esgotamento dos recursos não-renováveis e viabilização da ampliação do uso de recursos renováveis (Micheletti, 2023).

Nesse processo, o governo desempenha um papel fundamental. Navarro (2001) destaca que o Estado nacional e seus subníveis nacionais devem participar ativamente das propostas de desenvolvimento rural, haja vista ser a esfera de representatividade com legitimidade para propor e impor mecanismos capazes de promover mudanças. O autor complementa que “o Estado funda-se para tanto em uma estratégia pré-estabelecida, metas definidas, metodologias de implementação, lógica operacional e as demais características específicas de projetos e ações governamentais que têm como norte o desenvolvimento rural” (p. 88).

Embora presente a pressão social global em torno de práticas sustentáveis, o mundo ainda enfrenta a dicotomia produção rural-proteção ambiental. No Brasil, a integração dos ODS/ONU e políticas públicas na perspectiva da sustentabilidade aos sistemas de produção rural ainda é ponto de conflito entre diferentes atores, evidenciado por comportamentos de resistência e desrespeito às práticas sustentáveis (Brasil, s.a).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2024b), o desenvolvimento rural sustentável, sob a perspectiva ambiental, tem como finalidade promover o uso racional da terra e dos recursos naturais, articulando práticas produtivas com a conservação dos ecossistemas. Nesse contexto, dois desafios centrais se impõem: a necessidade de colaborar para a mitigação

dos impactos ambientais já ocasionados pelas atividades agropecuárias e, simultaneamente, fomentar a disseminação e consolidação de modelos produtivos sustentáveis. A transição para esse paradigma requer, segundo Brasil (s.a., s.p.), a mobilização de atores sociais e a construção de consensos, sustentados por uma relação democrática e dialógica entre as políticas ambientais e as comunidades rurais. Sachs (2009, p. 71) faz uma ressalva ao constante emprego do termo sustentabilidade para expressar a sustentabilidade ambiental. O autor reafirma a existência das outras dimensões e dá prioridade à sustentabilidade social, “por se destacar como a própria finalidade do desenvolvimento, sem contar com a probabilidade de que um colapso social ocorra antes da catástrofe ambiental”. Logo, o desenvolvimento rural sustentável, pelo seu objetivo maior de promoção do bem-estar, além de uma produção economicamente vantajosa e ambientalmente correta, deve buscar desenvolver a dimensão social relacionada aos diversos atores envolvidos, conjuntamente com as dimensões culturais, políticas, éticas. Trata-se, portanto, de uma nova concepção de desenvolvimento, mais preocupada com o cidadão e suas inter-relações.

Para Leite (2022), discutir desenvolvimento rural à luz da sustentabilidade consiste em planejar um desenvolvimento que dá sentido à vida desses atores, para que eles percebam o rural como um meio de oportunidades e escolhas. “Trata-se de criar e favorecer condições para que atores e comunidades potencializem suas habilidades, conhecimentos e experiências, e possam aproveitar oportunidades, satisfazer necessidades, resolver problemas e melhorar sua qualidade de vida e de convívio social” (Leite, 2022, p. 6). Contudo, reconfigurar práticas já consolidadas no meio rural não é simples, mas é necessário. Froehlich (2009) destaca que, em países desenvolvidos, os territórios rurais não dependem apenas de seu desempenho agrícola, mas da diversificação produtiva e do dinamismo.

Visando mensurar o desenvolvimento rural, Kageyama (2004), com base em indicadores elaborados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), propôs o Índice de Desenvolvimento Rural (IDR), cujos indicadores estão no Quadro 2, composto por quatro índices parciais, que contemplam os aspectos populacional, social, econômico e ambiental, constituintes de práticas ESG.

Kageyama (2004) adota população e migração (IPOP), bem-estar social (IBES), economia (IECO) e meio ambiente (IMA) como índices parciais. Estes índices parciais, segundo a autora, são formados pela média aritmética dos indicadores simples que os compõem. “O IDR, por sua vez, é a média aritmética dos quatro índices parciais”, ou seja, “ $IDR = (IPOP + IBES + IECO + IMA)/4$ ”.

Quadro 2 – Indicadores que compõe o IDR

População e migração	Bem-estar social
Densidade demográfica Variação da população rural entre 1991 e 2000 % de população rural em 2000 % de população que não morou sempre no município (migrantes)	Domicílios com instalação sanitária Domicílios com telefone Anos de estudo das pessoas de 7 anos e mais Proporção da população de 7 a 14 anos que frequenta escola
Economia	Meio ambiente
Renda domiciliar per capita Pluriatividade Produtividade do trabalho na agricultura	Ausência de monoculturas Conservação do solo

Fonte: Adaptado de Kageyama (2004, p. 393).

O desenvolvimento rural, se realizado no contexto da sustentabilidade, gera bem-estar social (Kageyama, 2004); melhora as “condições de vida, a criação de empregos, redução das disparidades existentes ao nível dos rendimentos médios e garantia de um acesso satisfatório aos serviços essenciais, tais como saúde, educação, segurança, entre outros” (Leite, 2022, p. 3). Sendo assim, dentre as inúmeras estratégias com potencial para favorecer o desenvolvimento rural sustentável, em suas múltiplas dimensões, está a geração de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos.

2.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A disponibilidade energética, especialmente a eletricidade, configura-se como um requisito essencial para o desenvolvimento socioeconômico contemporâneo, estando intrinsecamente associada aos fundamentos da dignidade humana. Considerando os expressivos efeitos sociais e econômicos derivados de seu acesso, a promoção de fontes energéticas limpas e acessíveis é central no ODS 7, o qual estabelece a meta de assegurar o acesso universal a uma energia economicamente viável, segura, sustentável e de origem renovável (IBGE, 2024). As fontes renováveis de energia caracterizam-se por apresentarem baixo impacto ambiental (Micheletti, 2023) e por serem naturalmente reabastecidas em ritmo superior ao de seu consumo. Exemplos incluem a biomassa proveniente da cana-de-açúcar, florestas energéticas, resíduos orgânicos de origem animal e industrial, bem como recursos naturais como a energia hidráulica, das marés, eólica e solar (Riffel *et al.*, 2019).

Dentre as distintas fontes renováveis empregadas na geração de energia elétrica, a energia solar fotovoltaica apresenta-se como uma das mais proeminentes. Conforme apontado por Micheletti (2023), a radiação solar constitui um recurso energético abundante e virtualmente inesgotável. No território brasileiro, os níveis de irradiação solar são elevados,

ainda que sujeitos a variações em função de condições climáticas, localização geográfica e momento do dia – com intensificação durante o período matutino e declínio ao entardecer.

O processo de conversão fotovoltaica baseia-se na transformação da energia luminosa proveniente do sol (fótons) em eletricidade, por meio de células fotovoltaicas. Tal radiação pode ser aproveitada sob três modalidades: **radiação direta**, caracterizada pela propagação retilínea sem dispersão; **radiação difusa**, resultante da dispersão atmosférica provocada por nuvens, partículas e aerossóis; e **radiação refletida**, oriunda do espelhamento da luz em superfícies adjacentes (Riffel *et al.*, 2019).

Para a geração de energia elétrica fotovoltaica é necessário um sistema fotovoltaico. O conjunto de elementos necessários para converter a energia solar em elétrica é denominado sistema fotovoltaico (SFV), que pode ser projetado sob diversas formas, a depender do objetivo final do usuário. Normalmente, os sistemas são compostos por painéis fotovoltaicos de silício e inversores, dispositivos de controle e proteção, estrutura de suporte, fiação e, em alguns casos, dispositivos de armazenamento (baterias) (Cordeiro; Couceiro, 2024).

Nos sistemas comumente utilizados, a produção de energia elétrica a partir da luz solar ocorre quando esta incide sobre painéis solares, produzidos com silício. Nesse momento, os fótons colidem com os átomos de silício, gerando deslocamento de elétrons, formando a corrente elétrica contínua, que, em instalações conectadas à rede de distribuição, é conduzida por fios até o inversor, responsável pela conversão dessa em corrente alternada (Ribeiro, 2022).

A energia gerada pode ser consumida imediatamente, armazenada em baterias ou transferida para a rede da distribuidora para compensação posterior, se assim autorizado. O destino escolhido/permitido para a energia não consumida no momento da geração é que define o sistema a ser instalado, que em regra é *off-grid* ou *on-grid* (Sousa; Sousa; Reis Jr., 2023).

Os sistemas *off-grid* ou isolados são aqueles totalmente independentes da existência de uma rede de distribuição elétrica. Através deles, a energia gerada durante o dia é armazenada em baterias, ficando disponível para utilização no período noturno ou em dias em que a produção seja inferior à demanda. Embora a sua utilização seja possível em locais não alimentados pelas distribuidoras de energia, seu custo de implantação é elevado, visto que necessita de baterias, que normalmente apresentam baixa eficiência no armazenamento e uma vida útil curta, se comparado aos demais componentes do sistema (Bezerra, 2019). Atualmente, as instalações *off-grid* (isoladas) representam menos de 1% do total de sistemas fotovoltaicos instalados, que normalmente se restringem a locais cuja unidade geradora não possa ser conectada à rede ou em casos em que realmente não se queira depender da disponibilidade de energia da distribuidora (Riffel *et al.*, 2019).

Após o advento da Resolução Normativa nº 482/2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que estabeleceu “condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica”, e o “sistema de compensação de energia elétrica”, a instalação de sistemas fotovoltaicos *on-grid* (em rede) tornou-se a predominante no Brasil (Brasil, 2012, s.p.).

A geração de energia utilizando-se sistemas fotovoltaicos *on-grid* implica na conexão do sistema à rede da distribuidora de energia elétrica, cuja ligação necessita de homologação prévia. Esta é a modalidade de geração na qual a energia gerada pode ser consumida imediatamente ou injetada na rede, total ou parcialmente, visando a compensação posterior (Sousa; Sousa; Reis Jr., 2023, p. 15). Esta opção admite a instalação com inversores híbridos, que, mesmo conectados à rede, possuem como adicional funções de um inversor *off-grid* e/ou admissão de outras fontes energéticas além da solar (Mateus; Tapia, 2020).

Com a geração distribuída de energia elétrica, seja por microgeração ou minigeração, possibilitou-se ao próprio consumidor, pessoa física ou jurídica, produzir energia elétrica utilizando-se de fontes renováveis. Para tanto, a Lei nº 14.300/2022 define microgeração e minigeração distribuída usando critérios específicos, os quais estão identificados no quadro 3.

Quadro 3 – Critérios para definição de microgeração e minigeração distribuída

Variáveis	Microgeração distribuída	Minigeração distribuída	
Definição	Central geradora de energia elétrica que utilize cogeração qualificada ou fontes renováveis de energia elétrica	Central geradora de energia elétrica renovável ou de cogeração qualificada que não se classifica como microgeração distribuída	
Potência instalada	Em corrente alternada, menor ou igual a 75 kW (setenta e cinco quilowatts)	Em corrente alternada, maior que 75 kW (setenta e cinco quilowatts) e	
		Menor ou igual a 5 MW (cinco megawatts) para as fontes despacháveis	Menor ou igual a 3 MW para as fontes não despacháveis
Normas regulamentadoras	Aneel	Aneel	
Tipo de conexão à rede de distribuição de energia elétrica	Conectada por meio de instalações de unidades consumidoras	Conectada por meio de instalações de unidades consumidoras	

Fonte: Adaptado de Brasil (2022, s.p.).

Além do consumo imediato na própria unidade geradora, as Resoluções Normativas ANEEL nº 482/2012 e 517/2012 permitiram a compensação do excesso de energia produzida em até 36 meses após o faturamento (Brasil, 2012, s.p.). Posteriormente, com a Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015, o processo de compensação foi aprimorado, ampliando-se o

prazo de compensação para 60 meses, na própria unidade geradora ou unidade(s) consumidora(s) próximas, de mesma titularidade da geradora. (Ribeiro; Braga; Rezende, 2022).

Após quase dez anos da Resolução Normativa nº 482/2012, o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS) foram instituídos pela Lei nº 14.300, em 2022. A referida Lei consolidou os conteúdos que já estavam previstos nas resoluções normativas da ANEEL, bem como introduziu mudanças significativas no setor. Uma das mudanças está no PERS, o qual tem como finalidade direcionar recursos para que as distribuidoras de energia elétrica desenvolvam projetos voltados à eficiência energética, à instalação de sistemas fotovoltaicos e ao uso de outras fontes renováveis em unidades consumidoras pertencentes à Tarifa Social de Energia Elétrica (Brasil, 2022). Além disso, a legislação vigente contempla a modalidade de geração compartilhada, possibilitando a formação de arranjos organizacionais como consórcios, cooperativas, condomínios civis voluntários ou edifícios, entre outros formatos associativos (Brasil, 2022).

A alteração de maior repercussão, vista sob um aspecto negativo pelos consumidores, diz respeito à cobrança sobre o uso da rede. Conforme a Lei nº 14.300/2022, as unidades consumidoras estabelecidas antes da nova Lei, mantém os benefícios concedidos pela ANEEL relativos à compensação de energia elétrica até o ano de 2045; já os novos sistemas passarão por uma regra de transição com o aumento gradual da base de cálculo para a tarifa destinada a auxiliar nos custos de depreciação, operação e manutenção da rede de distribuição utilizada no sistema de compensação, no entanto essa cobrança será efetuada tão somente quando a compensação ocorrer (Brasil, 2022, s.p.).

Embora a geração distribuída tenha sido regulada pela ANEEL em 2012 e a lei que instituiu o marco legal em 2022 tenha onerado mais os consumidores, a geração de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos cresceu, tanto em termos de unidades geradoras, quanto em capacidade de produção. No Brasil, houve um salto quantitativo de 84 unidades geradoras e 1.255,38 KW de potência instalada no período 2009-2012⁵, para 3.246.949 unidades geradoras e 36.507.712,10 KW de potência instalada em 2024, beneficiando um total de 5.640.875 unidades consumidoras (ANEEL, 2025). O ano 2012 é representativo pela permissão de conectar à rede em GD de sistemas fotovoltaicos, mas somente foi expressivo após o ano 2016; no meio rural só houve evolução significativa após 2017 (Micheletti, 2023).

⁵ Intervalo estabelecido entre a data inicial disponibilizada pela ANEEL para consulta pública e a data imediatamente anterior à publicação da Resolução nº 482/2012, que instituiu a geração distribuída no Brasil.

A expansão, principalmente do número de unidades microgeradoras, foi impulsionada pela antecipação dos consumidores à entrada em vigor do marco legal, com o objetivo de assegurar os benefícios tarifários até 2045. Além disso, políticas públicas de isenção e redução de impostos sobre componentes dos sistemas fotovoltaicos desempenharam um papel significativo nesse processo, uma vez que resultaram na diminuição do custo total dos sistemas ao consumidor final (Ribeiro; Braga; Rezende, 2022).

A produção de energia elétrica a partir da luz solar apresenta algumas peculiaridades. Embora a radiação solar seja intermitente, com níveis oscilando durante o dia e cessando à noite, a fonte é inesgotável. Isto é, trata-se de uma fonte renovável e limpa, cuja conversão elétrica é feita de forma silenciosa e sem emissão de gases poluentes. Os impactos ambientais dela decorrentes são mínimos e estão relacionados basicamente à extração e beneficiamento da matéria prima necessária para a fabricação dos componentes e que demanda de outras fontes energéticas, ao próprio processo de fabricação dos componentes dos sistemas fotovoltaicos e ao descarte, ao final da vida útil destes (Micheletti, 2023).

A geração distribuída de energia elétrica por meio de sistemas fotovoltaicos também contribui para melhorias em todo o setor elétrico, uma vez que as unidades consumidoras normalmente estão anexas ou próximas das unidades geradoras, diminuindo-se assim, a perda pela transmissão e distribuição da energia gerada por grandes hidrelétricas (Xavier *et al.*, 2014). Ainda, apresenta potencial para reduzir a dependência da geração de energia elétrica por outras fontes, especialmente as não-renováveis, como a nuclear e a proveniente de combustíveis fósseis, durante os recorrentes períodos de crises hídricas que reduzem a capacidade de geração das hidrelétricas (Ribeiro; Braga; Rezende, 2022).

Com relação à aplicação dos sistemas fotovoltaicos, compete destacar a versatilidade e modularidade que estes possuem, sendo ajustáveis aos diversos setores da economia e residências. São versáteis, haja vista a possibilidade de instalação sobre as mais variadas estruturas pré-existentes, seja sobre os telhados das casas, galpões, prédios, pergolados ou, na ausência destes, mediante a instalação de uma estrutura apropriada no solo; e modulares, visto que o sistema é composto por módulos fotovoltaicos, popularmente conhecidos como placas solares, cuja quantidade a ser empregada pode ser facilmente dimensionada pelos profissionais da área, através de cálculo matemático que relaciona a sua capacidade unitária de gerar energia, com a quantidade total de energia que se pretende gerar e um inversor compatível com essa totalidade (Cordeiro; Couceiro, 2024).

Ademais, ao se estudar a viabilidade dos sistemas fotovoltaicos, também devem ser considerados outros fatores, uns favoráveis e outros desfavoráveis, como a valorização dos

imóveis, a longa vida útil e a baixa manutenção dos sistemas *on-grid*, a sujeição dos novos consumidores ao pagamento de tarifas pela utilização da rede de distribuição; nos sistemas *off-grid*, o elevado custo de aquisição das baterias e substituições periódicas, ainda mais prejudicado pela baixa eficiência destas; a possibilidade de danos nos equipamentos por falhas técnicas ou por intempéries, etc. (Micheletti, 2023).

Conforme Micheletti (2023), a energia solar fotovoltaica já figura como a principal fonte renovável conectada ao sistema de geração distribuída brasileiro, com o maior potencial de aceitação para os anos vindouros. Um dimensionamento adequado da potência instalada, além de suprir a demanda já existente dos titulares da unidade geradora, pode permitir a ampliação do consumo energético, o que por sua vez, pode viabilizar uma melhora na qualidade de vida, ampliação dos meios e processos produtivos, redução de custos e permitir uma nova fonte de renda; contribuindo para a promoção de um desenvolvimento sustentável.

No contexto do presente debate, depreende-se que a energia solar fotovoltaica é uma fonte de energia renovável e sustentável, essencial para o desenvolvimento socioeconômico contemporâneo. No Brasil, a radiação solar é abundante, embora varie conforme as condições climáticas e a localização geográfica, favorecendo a sua utilização em empreendimentos rurais para geração de energia elétrica própria e modificando as condições para o desenvolvimento rural sustentável.

Assim, ao integrar os fundamentos do desenvolvimento sustentável, os pressupostos do desenvolvimento rural sustentável e as especificidades da energia solar fotovoltaica, esta parte da dissertação delineou as bases conceituais que sustentam a investigação empírica e orientam a análise dos dados coletados. A seguir, apresentam-se os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa.

3 METODOLOGIA

A descrição dos procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa, compreende esta parte da dissertação, iniciando-se com a apresentação da classificação da pesquisa, seguida pela definição do universo e amostra do estudo, dos participantes da pesquisa, da coleta, análise e interpretação dos dados, finalizando com as questões éticas na pesquisa.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta seção é destinada a explicitar a classificação da pesquisa quanto à abordagem, aos objetivos e aos procedimentos metodológicos.

Quanto ao tratamento dos dados, seguindo as orientações de Sampieri (2012), optou-se pela abordagem qualitativa, haja vista a subjetividade dos dados coletados. Quanto aos objetivos do estudo, a pesquisa foi desenvolvida no nível descritivo, como recomenda Triviños (1987) para quando se tem uma série de informações sobre o que se deseja pesquisar sobre uma determinada realidade. A estratégia de pesquisa é pesquisa de campo (Gil, 2016), em razão da sua flexibilidade no processo de coleta dos dados e interesse em estudar estabelecimentos da agricultura familiar de um único município no Corede Missões.

Em relação aos procedimentos técnicos, foram adotadas a pesquisa documental e a pesquisa de campo. A pesquisa documental compreendeu a busca por informações relevantes a partir da legislação sobre a geração de energia elétrica por meio de sistemas fotovoltaicos e políticas públicas que versam sobre a geração distribuída de energia, bem como, a coleta de dados dos portais censitários e de transparência, de domínio público; enquanto a pesquisa de campo buscou informações junto a uma amostra de agricultores familiares do município de São Paulo das Missões, de modo a permitir a compreensão sobre como a energia elétrica gerada por meio de sistemas fotovoltaicos nos estabelecimentos da agricultura familiar contribui para o desenvolvimento rural sustentável.

3.2 UNIVERSO E AMOSTRA

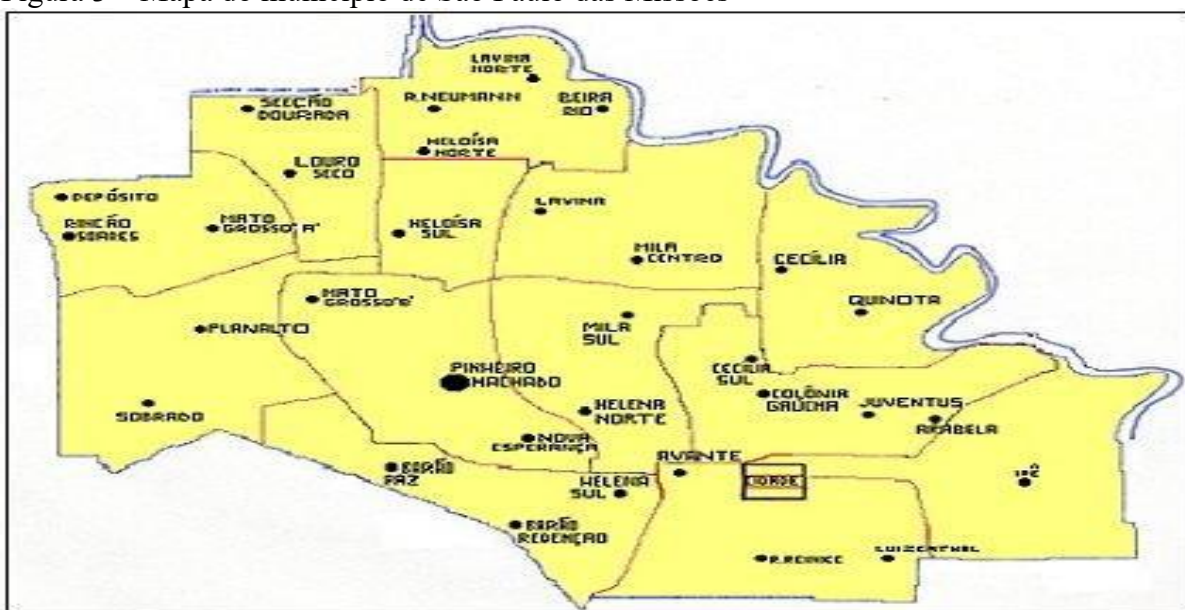
O estudo limitou-se ao município de São Paulo das Missões/RS, localizado na microrregião de Cerro Largo, na mesorregião noroeste rio-grandense. Os municípios limítrofes são Porto Lucena, Campina das Missões, Salvador das Missões, São Pedro do Butiá, Roque Gonzales e Porto Xavier (IBGE, 2015).

São Paulo das Missões é um município do Rio Grande do Sul, cuja colonização iniciou-se no ano de 1912, por colonos vindos de São Leopoldo e Novo Hamburgo, movidos pelo interesse em plantar fumo e feijão, no que seria a terra da promessa. Sua consolidação como povoado aconteceu em 1942 e em 1959 passou à categoria de distrito. Fato muito relevante daquela época, foi a chegada da energia elétrica, em 1964, quando então, iniciou-se uma campanha em busca da emancipação político-administrativa, alcançada já no ano seguinte, em 1965 (Câmara Municipal de Vereadores de São Paulo das Missões, 2016, s.p.).

Atualmente, a economia do município encontra-se alicerçada principalmente em atividades da agricultura familiar, pecuária de leite e de corte, suinocultura (IBGE, 2017), turismo, comércio local e agroindústrias (Rota Missões, s.a., s.p.). Devido à semelhança geográfica de São Paulo das Missões com a Suíça, o município tornou-se conhecido como o “Cantão Suíço das Missões” (Prefeitura ..., 2013).

São Paulo das Missões é um município que compreende a sede, o distrito de Pinheiro Machado e 33 localidades na zona rural (Figura 3), as quais são: Rincão dos Reinke, Colônia Gaúcha; Heloisa Norte; Heloisa Sul; Pinheiro Machado; Secção Dourada; Rincão dos Neumann; Luizental; Povoado Ipê; Arabela; Juventus; Avante; Helena Sul; Helena Norte; Nova Esperança; Barão Redenção; Barão Paz; Quinota; Cecília Sul; Cecília; Mila Sul; Mila Centro; Beira Rio; Lavina; Lavina Norte; Planalto; Mato Grosso B; Mato Grosso A; Louro Seco; Depósito; Rincão dos Soares; Sobrado e Mila Norte (Prefeitura ..., 2022).

Figura 3 – Mapa do município de São Paulo das Missões



Fonte: Câmara Municipal de Vereadores de São Paulo das Missões (2016, s.p.).

Conforme dados do Censo Demográfico de 2022, no município de São Paulo das Missões/RS contabilizava uma população de 5.846 habitantes (IBGE, 2022), distribuída em uma área territorial de 223,942 km². Desse total, apenas 2,05 km² eram destinados à zona urbana, enquanto a maior parte correspondia à área rural, resultando em uma densidade demográfica média de 26,10 hab/km² (IBGE, 2019).

No que se refere à estrutura agrária local, o Censo Agropecuário de 2017 registrou 1096 estabelecimentos agropecuários, dos quais 992 (90,51%) se enquadravam na categoria de agricultura familiar, conforme os critérios estabelecidos pela Lei nº 11.326/2006. Os demais 104 estabelecimentos (9,49%) foram classificados como pertencentes à agricultura não familiar (IBGE, 2017).

Dado o número de estabelecimentos agropecuários e a extensão da área rural do município, buscou-se coletar dados de agricultores familiares de todas as áreas do município. Contudo, não foi encontrada uma definição oficial no sentido de agrupar as localidades do interior. Sendo assim, para fins desta pesquisa, optou-se por formar quatro grupos de acordo com a localização geográfica (sudeste, sudoeste, nordeste e noroeste), os quais estão relacionados no Quadro 4.

Quadro 4 – Agrupamento de localidades do município de São Paulo das Missões

Grupo 1 – Sudeste	Grupo 2 – Sudoeste	Grupo 3 – Nordeste	Grupo 4 – Noroeste
Rincão dos Reinke	Barão Redenção	Mila Sul	Heloisa Sul
Colônia Gaúcha	Barrão Paz	Mila Centro	Heloisa Norte
Luizental	Sobrado	Mila Norte	Secção Dourada
Avante	Planalto	Lavina	Rincão dos Neumann
Helena Sul	Mato Grosso A	Cecilia Sul	Lavina Norte
Juventus	Mato Grosso B	Cecilia	Beira Rio
Arabela	Pinheiro Machado	Quinota	Louro Seco
Povoado Ipê	Nova Esperança		Depósito
	Helena Norte		Rincão dos Soares

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Conforme os procedimentos metodológicos descritos por Prodanov e Freiras (2013), o universo da pesquisa foi constituído pelos(as) representantes dos 992 estabelecimentos da agricultura familiar do município de São Paulo das Missões. A amostragem adotada foi do tipo não probabilística, definida por acessibilidade. Foram selecionados(as) três agricultores(as) em cada agrupamento territorial, totalizando 12 unidades amostrais. Dentre essas, oito correspondem a produtores(as) que possuem sistemas fotovoltaicos instalados em suas

propriedades, enquanto quatro referem-se a de agricultores(as) que ainda não adotaram tal tecnologia.

3.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os participantes da pesquisa foram os(as) produtores(as) rurais que respondem pelas decisões gerenciais em nome da família rural, considerando-se um representante da unidade familiar declarado capaz e que aceitou participar do estudo. Contudo, se a família rural entendesse que as decisões gerenciais são coletivas, o formulário poderia ser respondido por todos os que decidissem participar. O aceite da participação na pesquisa foi registrado no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice A), após a apresentação dos objetivos e os detalhes do estudo.

Seguindo a delimitação dada no Universo da Pesquisa, doze unidades caracterizadas como da agricultura familiar integraram o estudo. Os participantes da pesquisa foram segmentados em dois grupos, sendo o grupo A, composto por participante(s) responsável(is) por estabelecimento rural com sistema fotovoltaico instalado, e o grupo B, formado por participante(s) responsável(is) por estabelecimento rural sem sistema fotovoltaico instalado, conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 – Participantes do estudo, segmentados por grupos

Grupo A Com sistema fotovoltaico instalado	Grupo B Sem sistema fotovoltaico instalado
P4, M5, G7, M8, F9, Mr10, P11 e Mr12	F1, F2, P3 e Mr6

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Devido ao cuidado com o sigilo das informações pessoais, aos participantes foram atribuídos códigos, formados por letras e números, seguindo os seguintes critérios:

- Letra representando o papel do participante na família rural (P – pai; M – Mãe; F – Filho/a; E – Esposa; Mr – Marido; A – Avô/Avó; N – Neto/a; C – Cunhado/a; G – Genro; Nr – Nora; I – empreendedor rural individual).
- Número representando a ordem de realização da coleta de dados (1, 2, 3, ..., n).

3.4 COLETA DE DADOS

A coleta de dados empíricos consistiu em dois momentos, sendo o primeiro de levantamento dos estabelecimentos rurais e, o segundo, de aplicação de um questionário. O referido levantamento foi realizado usando imagens de satélite disponíveis no aplicativo Google Maps®. Cada estabelecimento rural foi identificado de acordo com os seguintes critérios: (a) quanto a localidade a que pertence; (b) quanto a possuir ou não sistema fotovoltaico instalado. Na sequência iniciou-se a aplicação do questionário nos estabelecimentos identificados. O levantamento foi realizado pelo próprio pesquisador, usando recursos próprios, após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética da UFFS, presencialmente, em visita aos estabelecimentos rurais.

Na abordagem inicial, após a apresentação da pesquisa, os agricultores foram convidados a participar. Tendo concordância, o questionário foi aplicado no mesmo momento; não tendo, foi agendada uma nova visita para a coleta dos dados dentro de uma semana.

Ainda nessa abordagem inicial, fez-se uma pergunta de identificação do tipo de estabelecimento, a qual foi: este estabelecimento rural é classificado como da agricultura familiar? A confirmação dessa resposta foi obtida por meio da aplicação das perguntas de caracterização constantes no Bloco 2 dos questionários (Apêndices B e C). Nos casos em que o estabelecimento rural não era da agricultura familiar, o questionário também não foi aplicado. Nos casos em que as perguntas de caracterização não confirmaram o entendimento do informante, o questionário foi descartado para fins da pesquisa.

Os dados primários foram coletados pelo pesquisador diretamente com os agricultores familiares por meio da aplicação de um dos questionários identificados a seguir, de acordo com o perfil do informante, no tempo máximo de uma hora:

- Apêndice B apresenta o formulário para participante(s) responsável(eis) por estabelecimento rural com sistema fotovoltaico instalado;
- Apêndice C é o formulário para participante(s) responsável(eis) por estabelecimento rural sem sistema fotovoltaico instalado.

Os dados foram registrados manualmente pelo pesquisador ou gravados utilizando-se o aplicativo *voice recorder*, instalado no *smartphone* do pesquisador, após autorização expressa do participante. Também foi adotado um caderno de campo, para anotações eventuais. Em outro momento, tais dados coletados foram transcritos manualmente em arquivo eletrônico usando o *software* Word®, de acordo com o modelo apresentado no Apêndice D.

A coleta de dados empíricos enfrentou limitações, especialmente em razão da dependência da colaboração dos participantes. Tais limitações incluíram tanto barreiras físicas, que impediram o acesso a alguns estabelecimentos rurais, quanto a desconfiança por parte de

alguns participantes. Dessa forma, a amostra, ainda que adequada para esta pesquisa qualitativa, pode não ser representativa da realidade de todas as famílias rurais da região, o que limita a generalização dos resultados.

Também foi realizada pesquisa documental (Gil, 2016). A fonte dos dados foram os documentos que formam o ordenamento jurídico pátrio (Leis, Resoluções Normativas, Instrução Normativas, outras), sendo selecionados apenas aqueles de acesso público e gratuito que versam sobre geração de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos, geração distribuída e sistema de compensação de energia elétrica. Os mesmos encontram-se disponíveis nos endereços eletrônicos dos governos federal, estadual e municipal, a fim de qualificar microgeração e minigeração distribuída, ilustrar a participação dos sujeitos da pesquisa no custeio e manutenção da rede de distribuição e condições de isenção. Ainda, nos referidos documentos, foram buscados dados sobre o detalhamento do crescimento da geração distribuída no Brasil e em São Paulo das Missões/RS, no limite dos dados e filtros disponibilizados pela ANEEL.

3.5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Os dados foram analisados de acordo com o método análise de conteúdo, seguindo-se todas as etapas de pré-análise e exploração do material recomendadas por Bardin (2011). A técnica de análise dos dados foi análise categorial, cujas categorias analíticas foram definidas *a priori* e estão apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Categorias analíticas

Categoria analítica	Descrição objetiva	Autor de referência
Influência das políticas públicas nas decisões gerenciais do agricultor familiar	Possibilidade de compensação de energia elétrica	Ribeiro; Braga; Rezende (2022); Brasil (2022)
	Isenção de tarifa pelo uso da rede de distribuição nas condições especificadas pela Lei 14300/2022	Brasil (2022)
	Cobrança de tarifa pelo uso da rede de distribuição para os novos sistemas	Brasil (2022)
	Comercialização de excedentes	Brasil (2022)
Razões para instalação e possibilidades da energia solar fotovoltaica na perspectiva do desenvolvimento	Disponibilidade de energia renovável com menor custo financeiro	Micheletti (2023)
	Diversificação ou expansão produtiva e melhoria na eficiência dos processos	Sachs (2009); Froehlich (2009)
	Disponibilidade energética em local remoto	Riffel <i>et al</i> , 2019
	Melhoria do bem-estar	Sachs (2009); Kageyama (2004)
	Desenvolvimento de habilidades, conhecimentos, experiências e aproveitamento de oportunidades	Leite (2022)

	Redução de danos ao meio-ambiente	Sachs (2009); Ribeiro, Braga e Rezende (2022); Micheletti (2023)
Limitações da energia solar fotovoltaica	Custo de aquisição	Bezerra (2019)
	Vulnerabilidade do equipamento	Micheletti (2023)
	Necessidade de espaço físico adequado e estrutura para a instalação do sistema	Cordeiro e Couceiro (2024)
Causas de arrependimento	Ocorrência de danos no equipamento	Micheletti (2023)
	Insegurança quanto a intempéries	Micheletti (2023)
	Dimensionamento incorreto ou falha no projeto	Micheletti (2023); Cordeiro e Couceiro (2024)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

3.6 QUESTÕES ÉTICAS NA PESQUISA

Esta dissertação respeitou a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, cujo projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFFS, para análise e aprovação dos aspectos éticos da pesquisa. Sua aprovação ocorreu em 09 de dezembro de 2024 conforme consta no Parecer nº 7.276.267.

Aos agricultores familiares convidados a participar da coleta de dados foi lido o TCLE, para que conhecessem o objetivo da pesquisa e demais termos, e para que aceitassem, ou não, as condições para participar. Foram cientificados que não receberão qualquer tipo de remuneração, mas terão benefícios indiretos, pois a pesquisa pode contribuir para o desenvolvimento rural sustentável e para desenhar melhores políticas públicas relacionadas. O pesquisador acreditou na relevância do estudo acerca do desenvolvimento rural sustentável, que em suas múltiplas dimensões visa o bem-estar da população. A troca inicial de conhecimentos ocorreu durante a coleta de dados, e espera-se que ocorra também na apresentação e publicação dos resultados.

Diante do fato da pesquisa envolver seres humanos, o pesquisador tomou os cuidados necessários para minimizar riscos e desconfortos decorrentes da participação destes no estudo, bem como deixou o agricultor livre para participar ou não da pesquisa. O pesquisador zelou para que não fossem tratados assuntos de foro íntimo ou que poderiam causar algum desconforto, constrangimento ou qualquer dano emocional. Igualmente, informou que se algum dos riscos se concretizasse, passaria ao pedido de desculpas e para a restauração do bem-estar, de modo a reconduzir a coleta de dados a um rumo agradável e proveitoso; mas, se o participante preferisse, a coleta de dados poderia ser encerrada. Também, a UFFS seria informada se qualquer situação de risco se concretizasse.

O agricultor familiar que concordou com os termos apresentados e aceitou participar

do estudo registrou o seu aceite no TCLE. No mesmo momento lhe foi facultado permitir ou não a gravação, cujo aceite ou não também foi registrado no TCLE. Nos casos em que o(a) participante não autorizou a gravação de áudio, mas ainda assim concordou em responder ao questionário, suas respostas foram anotadas manualmente no caderno de campo.

Após a coleta de dados, foi realizada a transcrição dos áudios e a digitação das respostas do caderno de campo; e os materiais produzidos na coleta de dados, tanto os físicos quanto os digitais, foram armazenados em arquivo pessoal do pesquisador, que zelará pelo sigilo e segurança das informações pessoais por cinco anos. Decorrido este prazo, os arquivos digitais serão apagados permanentemente e os arquivos físicos serão incinerados.

A devolutiva dos resultados da pesquisa aos participantes ocorrerá na defesa da dissertação, para a qual, desde já, ficaram os participantes da pesquisa convidados. O local, a data e o horário do seminário foram informados pessoalmente aos participantes, após o agendamento. Após a defesa, os resultados da pesquisa ficarão disponíveis no repositório digital institucional em formato de dissertação, que poderá ser acessado *on line* em qualquer momento por meio do link: <https://rd.uffs.edu.br/>. Os resultados também serão disponibilizados em formato de artigo científico a ser submetido e publicado em um periódico científico qualificado, o qual será comunicado pessoalmente aos participantes da pesquisa.

Desta forma, esta parte da dissertação focou em descrever o percurso metodológico adotado para a realização da pesquisa. Foram detalhados os procedimentos relativos à classificação da pesquisa, ao universo e à amostra, aos participantes, à coleta de dados, à forma de análise e interpretação dos dados, bem como às questões éticas da pesquisa. A seguir, apresentam-se os resultados obtidos e sua discussão à luz do referencial teórico.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta parte da Dissertação é dedicada à apresentação e discussão dos resultados da pesquisa, iniciando-se pelas políticas públicas federais e a expansão da geração distribuída fotovoltaica no setor rural, após, sistemas fotovoltaicos em estabelecimentos rurais da agricultura familiar e, por fim, limites e possibilidades da energia solar fotovoltaica no desenvolvimento rural sustentável.

4.1 POLÍTICAS PÚBLICAS FEDERAIS E A EXPANSÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA NO SETOR RURAL

No âmbito do desenvolvimento rural sustentável, a formulação e a implementação de políticas públicas configuram-se como instrumentos estratégicos para a integração de inovações tecnológicas aos sistemas produtivos, para a promoção da equidade socioeconômica e para a mitigação das externalidades negativas. Nesse contexto, examinam-se as políticas públicas federais direcionadas à geração distribuída de energia elétrica por meio de sistemas fotovoltaicos, com o objetivo de analisar sua influência nos processos decisórios de agricultores familiares quanto à adoção da energia solar em suas unidades produtivas, situadas no município de São Paulo das Missões, no estado do Rio Grande do Sul.

4.1.1 Políticas públicas federais sobre geração distribuída e a energia solar

Conforme preceitua a Constituição Federal de 1988 (CF/88), no art. 21, XII, b, compete à União a exploração dos serviços e instalações de energia elétrica, seja diretamente ou mediante “autorização, concessão ou permissão”. Ainda, nos termos do artigo 22, IV da CF/88, compete privativamente à União legislar sobre “águas, energia, informática, telecomunicações e radiodifusão” (Brasil, 1988, s.p.). Por consequência, garantir o fornecimento de energia elétrica constitui-se um dever do Estado e sua prestação é essencial à população.

A matriz da geração elétrica brasileira é diversificada, cuja fonte principal é a hidráulica, mas com a solar crescendo significativamente, conforme aponta a *International Renewable Energy Agency* – IRENA (2025). A geração de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos representa uma forma mais limpa e sustentável de geração de energia elétrica, e a regulação da geração distribuída veio a facilitar a descentralização da geração, de modo a complementar o

sistema convencional. Contudo, mesmo com a geração de energia elétrica fotovoltaica em ascensão no mundo, no Brasil a regulação demorou a acontecer.

Entre as principais políticas públicas mais relevantes na promoção da energia solar no Brasil, destaca-se, em um primeiro momento, o “Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios” (Brasil, 1994), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, por meio do Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético. Essa iniciativa desempenhou um papel fundamental na dinamização do mercado fotovoltaico, fomentando a implementação de sistemas solares em localidades remotas e não atendidas pela infraestrutura elétrica convencional, contribuindo para a expansão do acesso à energia renovável no país.

Em 1996, com a Lei nº 9.427, foi instituída a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, com o propósito de, entre outros, regular e fiscalizar o setor elétrico, em consonância com as políticas e diretrizes do governo federal (Brasil, 1996). E, em 2000, com a Lei nº 9.991, foram implementadas políticas de investimentos em pesquisa e desenvolvimento em eficiência energética, obrigando à contribuição as empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica (Brasil, 2000, s.p.).

Isso não impediu que em 2001 ocorresse o apagão do setor elétrico, assim denominado o período de grave crise energética no Brasil daquele ano. Lopes (2015) aponta esse evento como responsável por trazer à tona a discussão sobre os riscos da dependência majoritária da matriz energética sobre as hidrelétricas, cuja geração poderia restar comprometida em períodos de baixa intensidade de chuvas, ensejando assim o investimento em fontes alternativas de geração. Fato posterior e relevante para a política energética nacional, abrindo caminho para a geração distribuída, foi a reorganização do Setor Elétrico Brasileiro pela Lei nº 10.848, em 2004, que embora não tenha introduzido à época o conceito de geração distribuída, criou bases para a comercialização de energia nos ambientes de contratação livre e regulada (Brasil, 2004).

Foi apenas em 2010 que as políticas regulatórias começaram a avançar de fato. Com a Nota Técnica nº 0043/2010 - SRD – ANEEL, foi elaborada a “Proposta de abertura de Consulta Pública para o recebimento de contribuições visando reduzir as barreiras para a instalação de geração distribuída de pequeno porte, a partir de fontes renováveis, conectada em tensão de distribuição” (ANEEL, 2010, s.p.).

Após realizar uma consulta pública em 2010 e uma audiência pública em 2011, em 2012 a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 482, que passou a estabelecer “condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica”, e o “sistema de compensação de energia elétrica”. Cria-se assim a viabilidade para uma conexão padronizada de sistemas fotovoltaicos à rede de distribuição (Brasil, 2012, s.p.),

ou seja, a regulamentação específica para a geração distribuída de energia elétrica, incluindo a de fonte solar.

Na visão de Zanetti Neto, da Costa e Vasconcelos (2014, p. 1), a Resolução nº 482:

Instituiu um novo paradigma para o modelo elétrico brasileiro ao permitir e regulamentar que qualquer consumidor final do sistema possa gerar e injetar energia elétrica na rede da distribuidora, tornando-se assim um marco na política energética do país. [...] Inaugurou um novo modelo para o sistema elétrico brasileiro, criando as condições para que as distribuidoras de energia aceitem a instalação e operação de sistemas de energia em paralelo a suas redes de distribuição.

Depreende-se que, antes de 2012, a geração de energia elétrica por meio de sistemas fotovoltaicos era tecnicamente viável apenas para o consumo próprio, mediante o uso sistemas *off-grid*, mas inviável para sistemas *on-grid*, devido à ausência de regulação específica. Com o passar dos anos, as regras previstas na Resolução Normativa nº 482/2012 foram aprimoradas, como a alteração dos limites de potência instalada, até então limitadas à carga instalada ou à demanda contratada; e a instituição das modalidades de participação no Sistema de Crédito de Energia Elétrica, como o autoconsumo local, o autoconsumo remoto e a geração compartilhada (ANEEL, 2025). As principais alterações ocorreram por meio das Resoluções Normativas ANEEL nº 517/2012, nº 687/2015, nº 786/2017 e nº 1.000/2021.

Até então, as principais políticas que tratavam da energia solar estavam dispostas por Resoluções Normativas da ANEEL. Contudo, em 2022, a Lei nº 14.300 instituiu o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS), bem como alterou a Lei nº 10.848/2004 e a Lei nº 9.427/1996 (Brasil, 2022). A revogação total da Resolução Normativa nº 482/2012 se deu em 2023, pela Resolução Normativa nº 1.059, a qual:

Aprimora as regras para a conexão e o faturamento de centrais de microgeração e minigeração distribuída em sistemas de distribuição de energia elétrica, bem como as regras do Sistema de Compensação de Energia Elétrica; altera as Resoluções Normativas nº 920, de 23 de fevereiro de 2021, 956, de 7 de dezembro de 2021, 1.000, de 7 de dezembro de 2021, e dá outras providências (Brasil, 2023).

A Lei nº 14.300/2022, em seu artigo 1º, positivou definições necessárias para a sua compreensão e aplicação, dentre elas, a de consumidor-gerador, microgeração distribuída, minigeração distribuída, crédito de energia elétrica, Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), autoconsumo local, autoconsumo remoto, consórcio de consumidores, etc. No entanto, a referida Lei também estabeleceu em seu artigo 17, a aplicação de regras tarifárias, sujeitas a um período de transição, nos seguintes termos:

Após o período de transição de que tratam os arts. 26 e 27 desta Lei, as unidades participantes do SCEE ficarão sujeitas às regras tarifárias estabelecidas pela Aneel para as unidades consumidoras com microgeração ou minigeração distribuída (Brasil, 2022, s. p.).

Com base no Art. 26 da Lei nº 14.300/2022, as unidades beneficiárias da energia advinda da micro e mini geração não estarão sujeitas às regras tarifárias do Art. 17, até 31 de dezembro de 2045. Contudo, a condição é de que na data da publicação da Lei já existissem ou tivessem protocolado solicitação de acesso junto à distribuidora num prazo de até doze meses a contar da publicação da Lei (Brasil, 2022).

O artigo 27 da Lei nº 14.300/2022 estabelece que as unidades de microgeração e minigeração distribuída de energia elétrica que não se enquadram nas condições previstas no Art. 26 estão sujeitas à aplicação do novo regime tarifário do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE). Esse regime inclui, entre outras disposições, a incidência da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), componente denominado tecnicamente como “Fio B”. A implementação desta cobrança segue uma estrutura de escalonamento progressivo, iniciada em 2023, cuja plena aplicação está prevista para ocorrer até o ano de 2029.

Esta disposição fez com que o número de unidades geradoras quase dobrasse no período da transição. De acordo com os dados⁶ disponibilizados pela ANEEL (2025), o número de sistemas fotovoltaicos instalados no Brasil até janeiro 2022 passou de 871.744 unidades geradoras, com um total de 9.926.299,90 kw de potência instalada, para 1.685.847 unidades geradoras, com um total de 18.193.612,61 kw de potência instalada, em janeiro de 2023.

Supletivamente, embora não seja o objetivo desta pesquisa, é importante mencionar que outras políticas públicas contribuíram substancialmente para o avanço e consolidação da geração distribuída, como o convênio ICMS 16, de 22 de abril de 2015, do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), que reforçou o compromisso público para com a geração distribuída ao permitir a concessão de “isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012”, em hipóteses específicas de micro e minigeração distribuída de determinados estados, nestes, incluso o Rio Grande do Sul (CONFAZ, 2015, s. p.); políticas para linhas de crédito com recursos públicos e juros subsidiados, a exemplo do Pronaf, que disponibiliza crédito aos agricultores que queiram investir em energias renováveis como a solar (BNDES, 2025); a simplificação ou até mesmo a dispensa para o licenciamento ambiental (CONAMA, 2001), dentre outras.

⁶“Os dados são expressos em quantidades e potência instalada em kW (quilowatt). A quantidade corresponde ao número de micro ou minigeradores distribuídos instalados no período especificado. A potência instalada é definida pelo somatório da potência elétrica ativa nominal das unidades geradoras” (ANEEL, 2025, s.p.).

O conhecimento das principais políticas públicas sobre a geração distribuída de energia elétrica, permite traçar um panorama das influências destas na decisão dos agricultores familiares sobre a adoção da energia solar.

4.1.2 Influência das políticas públicas federais na decisão dos agricultores familiares

A implementação da geração distribuída de energia elétrica a partir da radiação solar, na classe de consumo rural, em São Paulo das Missões/RS, teve início em 2018. A Tabela 1 demonstra que a evolução desse processo apresenta um comportamento análogo ao observado no contexto nacional, que, conforme abordado por Micheletti (2023), registrou uma efetiva expansão no setor rural somente após 2017.

Tabela 1 – Expansão anual da geração distribuída de energia elétrica pela radiação solar com classe de consumo rural em São Paulo das Missões/RS

Período	Totais por período			Período	Acumulado		
	Quantidade de GD	Ucs Rec Créditos	Potência Instalada (Kw)		Quantidade de GD	Ucs Rec Créditos	Potência Instalada (Kw)
Entre 17/04/2012 e 31/12/2012	0	0	0	Até 31/12/2012	0	0	0
Entre 01/01/2013 e 31/12/2013	0	0	0	Até 31/12/2013	0	0	0
Entre 01/01/2014 e 31/12/2014	0	0	0	Até 31/12/2014	0	0	0
Entre 01/01/2015 e 31/12/2015	0	0	0	Até 31/12/2015	0	0	0
Entre 01/01/2016 e 31/12/2016	0	0	0	Até 31/12/2016	0	0	0
Entre 01/01/2017 e 31/12/2017	0	0	0	Até 31/12/2017	0	0	0
Entre 01/01/2018 e 31/12/2018	1	1	8,2	Até 31/12/2018	1	1	8,2
Entre 01/01/2019 e 31/12/2019	1	1	8,2	Até 31/12/2019	2	2	16,4
Entre 01/01/2020 e 31/12/2020	3	4	18,92	Até 31/12/2020	5	6	35,32
Entre 01/01/2021 e 31/12/2021	32	41	301,39	Até 31/12/2021	37	47	336,71
Entre 01/01/2022 e 31/12/2022	82	106	732,12	Até 31/12/2022	119	153	1068,83
Entre 01/01/2023 e 31/12/2023	67	77	489,09	Até 31/12/2023	186	230	1557,92
Entre 01/01/2024 e 31/12/2024	27	27	457,81	Até 31/12/2024	213	257	2015,73

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os dados apresentados na Tabela 2, sob outra ótica, demonstram a expansão da geração distribuída de energia elétrica a partir da radiação solar na classe de consumo rural, em São Paulo das Missões/RS, em conformidade com os principais marcos regulatórios e tecnológicos do setor. Destaca-se, entre esses marcos, a Lei nº 14.300 (Brasil, 2022).

Tabela 2 – Expansão conforme os principais marcos da geração distribuída de energia elétrica pela radiação solar com classe de consumo rural em São Paulo das Missões/RS

Período	Totais por período			Período	Acumulado		
	Quantidade de GD	Ucs Rec Créditos	Potência Instalada (Kw)		Quantidade de GD	Ucs Rec Créditos	Potência Instalada (Kw)
Entre 17/04/2012 e 06/01/2022	38	48	356,71	Até 06/01/2022	38	48	356,71
Entre 07/01/2022 e 06/01/2023	83	107	721,16	Até 06/01/2023	121	155	1077,87
Entre 07/01/2023 e 31/12/2024	92	102	937,86	Até 31/12/2024	213	257	2015,73

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os dados indicam que a viabilidade regulatória inicialmente estabelecida pela Resolução Normativa nº 482/2012 da Aneel não foi suficiente para viabilizar a implementação imediata de sistemas fotovoltaicos na zona rural de São Paulo das Missões/RS, que permaneceu sem adesão à geração distribuída até o final de 2017. O primeiro sistema foi instalado em 2018, e, ao final de 2020, havia cinco unidades geradoras atendendo seis unidades consumidoras, beneficiadas pela mobilidade de autoconsumo remoto, prevista na RN nº 687/2015.

Em 2021, intensifica-se o número de instalações de sistemas fotovoltaicos, coincidindo com o avanço da tramitação do Projeto de Lei 5.829/2019 no Congresso Nacional. Esse projeto visava proporcionar segurança jurídica aos micros e minigeradores, aspecto essencial para viabilizar investimentos de longo prazo no setor. No entanto, sua aprovação também gerou preocupações relacionadas ao impacto das tarifas sobre os consumidores e investidores.

Os agricultores de São Paulo das Missões/RS buscaram implementar sistemas fotovoltaicos antes da aprovação do referido projeto, que resultou na Lei nº 14.300/2022 e, especialmente, durante o período de transição, garantindo assim os benefícios tarifários até 2045. Embora essa legislação tenha estabelecido um escalonamento das tarifas até 2029 (com ressalva para as hipóteses dos §§ 1º e 2º do artigo 27⁷), fatores como o avanço tecnológico, que

⁷ “Art. 27 [...]. § 1º Para as unidades de minigeração distribuída acima de 500 kW (quinhentos quilowatts) em fonte não despachável na modalidade autoconsumo remoto ou na modalidade geração compartilhada em que um único titular detenha 25% (vinte e cinco por cento) ou mais da participação do excedente de energia elétrica, o faturamento de energia das unidades participantes do SCEE deve considerar, até 2028, a incidência:

I - de 100% (cem por cento) das componentes tarifárias relativas à remuneração dos ativos do serviço de distribuição, à quota de reintegração regulatória (depreciação) dos ativos de distribuição e ao custo de operação e manutenção do serviço de distribuição;

II - de 40% (quarenta por cento) das componentes tarifárias relativas ao uso dos sistemas de transmissão da Rede Básica, ao uso dos transformadores de potência da Rede Básica com tensão inferior a 230 kV (duzentos e trinta quilovolts) e das Demais Instalações de Transmissão (DIT) compartilhadas, ao uso dos sistemas de distribuição de outras distribuidoras e à conexão às instalações de transmissão ou de distribuição;

III - de 100% (cem por cento) dos encargos Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Eficiência Energética (EE) e Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica (TFSEE); e

IV - da regra disposta no art. 17 desta Lei a partir de 2029. § 2º Para as unidades que protocolarem solicitação de acesso na distribuidora entre o 13º (décimo terceiro) e o 18º (décimo oitavo) mês contados da data de publicação desta Lei, a aplicação do art. 17 desta Lei dar-se-á a partir de 2031 (Brasil, 2022).

possibilitou a produção de sistemas mais eficientes e valor reduzido, e o acesso facilitado ao crédito, parecem ter contribuído para a continuidade das implantações de sistemas fotovoltaicos na zona rural do município no período subsequente, ainda que em ritmo desacelerado.

Quanto à desaceleração, é importante salientar que, embora tenha-se reduzido o número de novas instalações após o período de transição da Lei, os sistemas recentemente implementados apresentam potência bastante elevada em relação aos anteriores, especialmente os instalados durante o ano de 2024. Enquanto a média aritmética da potência dos sistemas instalados até 06 de janeiro de 2023 era de 8,9 kW, com médias anuais de potência instalada variando entre 6,3 kW e 9,41 kW; os sistemas instalados no ano de 2024 apresentam uma potência média de 16,96 Kw de potência.

A análise individualizada dos dados referentes à geração distribuída de energia elétrica de fonte solar no município de São Paulo das Missões/RS evidencia que, no ano de 2024, foram implantados os cinco sistemas fotovoltaicos de maior potência na zona rural, sendo dois com capacidade instalada de 75 kW, um de 65 kw e dois de 60 kw. Nesse mesmo período, registrou-se também a instalação do sistema de menor potência, com capacidade de 1 kw (ANEEL, 2025). Com base nos limites máximos e mínimos de potência observados, constata-se que todos os sistemas estão enquadrados na categoria de microgeração distribuída, conforme os parâmetros estabelecidos pela Lei nº 14.300/2022.

Nos 12 estabelecimentos rurais de agricultura familiar de São Paulo das Missões/RS, quatro destes sem sistema fotovoltaico instalado e oito com sistema fotovoltaico instalado, apurou-se que do grupo que instalou um sistema fotovoltaico, as políticas públicas que mais geraram impacto na decisão sobre a instalação foram as que promoveram impacto financeiro direto para o estabelecimento, mencionadas por cinco dos oito participantes como sendo políticas regulatórias, tarifárias ou econômicas. Três participantes informaram não saber, ou, não ter sua decisão motivada por políticas públicas específicas quando da instalação.

Dez dos 12 participantes afirmaram ter conhecimento sobre o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), um afirmou conhecer parcialmente e um afirmou saber que o excedente de energia produzida durante o dia é injetado na rede, podendo ser consumido posteriormente. Isto demonstra que mesmo os agricultores participantes que não instalaram um sistema fotovoltaico possuem conhecimento, mesmo que parcial, sobre a operacionalização do sistema de compensação.

Ainda referente ao sistema de compensação, seis dos oito agricultores que instalaram sistemas fotovoltaicos em seus estabelecimentos tiveram a sua decisão motivada pela instituição da tarifa de utilização da rede quando da compensação, prevista na Lei nº

14.300/2022; dois não. Já dos quatro agricultores que não instalaram um sistema fotovoltaico, apenas uma afirmou ter a sua decisão influenciada pelos custos da referida tarifa; e três afirmaram que a tarifa não influenciou.

Dos oito estabelecimentos rurais analisados na amostra, caracterizados como unidades geradoras de energia elétrica, sete relataram usufruir da isenção da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) até o ano de 2045, conforme previsto na legislação vigente, enquanto apenas um não foi contemplado por tal benefício. No que concerne ao autoconsumo remoto, observou-se que apenas um desses estabelecimentos destina parte da energia gerada a uma unidade consumidora externa – especificamente, a residência dos genitores do agricultor responsável. Verificou-se também a existência de uma unidade produtiva cujo sistema fotovoltaico foi projetado para atender a outras duas residências da família, mas estas ainda não foram cadastradas como unidades consumidoras. Nenhum dos respondentes informou obtenção de receita oriunda da comercialização dos excedentes de energia elétrica produzidos. Importa salientar que dos 12 estabelecimentos rurais analisados, nenhum respondente declarou possuir seu estabelecimento rural cadastrado como unidade consumidora de energia proveniente de unidade geradora fotovoltaica externa ao seu estabelecimento.

4.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM ESTABELECIMENTOS RURAIS DA AGRICULTURA FAMILIAR

Esta seção apresenta o perfil dos participantes, dos seus respectivos estabelecimentos rurais e a caracterização dos sistemas fotovoltaicos instalados em alguns destes estabelecimentos. A apresentação é fundamental para que se conheçam os sistemas instalados e para que se possa, na seção seguinte, discutir as limitações e possibilidades proporcionadas pela energia solar ao desenvolvimento rural sustentável.

4.2.1 Perfil dos participantes e seus respectivos estabelecimentos rurais

Esta subseção apresenta o perfil dos participantes da pesquisa, classificados em dois grupos. O quadro 7 apresenta o perfil dos participantes do Grupo A, os quais são responsáveis por estabelecimento rural com sistema fotovoltaico instalado.

Quadro 7 – Perfil dos participantes do Grupo A – com sistema fotovoltaico instalado

Grupo de localidades	Participante	Sexo	Idade	Cor	Religião	Educação formal	Tipo de união conjugal	Número de pessoas na família	Responsável pelas decisões
1 Sudeste	Mr10	Homem	34	Branco	Evangélico (confissão luterana)	Ensino técnico (Logística)	União estável	2	Casal
1 Sudeste	Mr12	Homem	59	Branco	Evangélico (confissão luterana)	Ensino fundamental incompleto	Casamento civil e religioso	2	Casal
2 Sudoeste	M5	Mulher	60	Branca	Evangélica (confissão luterana)	Ensino fundamental incompleto	Casamento civil e religioso	3	Casal
2 Sudoeste	P11	Homem	51	Branco	Evangélico (confissão luterana)	Ensino fundamental incompleto	Casamento civil e religioso	4	Casal
3 Nordeste	G7	Homem	29	Branco	Católico	Ensino médio completo	Casamento religioso	5	Sogro, com participação da família
3 Nordeste	M8	Mulher	39	Branca	Evangélica (confissão luterana)	Ensino fundamental completo	Casamento civil e religioso	4	Família
4 Noroeste	F9	Homem	20	Branco	Evangélico (confissão luterana)	Ensino técnico (Agricultura)	Nunca viveu em união	5	Família
4 Noroeste	P4	Homem	45	Branco	Evangélico (confissão luterana)	Ensino fundamental completo	Casamento religioso	4	Casal

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

No quadro 8 consta o perfil dos participantes do Grupo B, os quais são os responsáveis por estabelecimento rural sem sistema fotovoltaico instalado.

Quadro 8 – Perfil dos participantes do Grupo B – sem sistema fotovoltaico instalado

Grupo de localidades	Participante	Sexo	Idade	Cor	Religião	Educação formal	Tipo de união conjugal	Número de pessoas na família	Responsável pelas decisões
1 Sudeste	F1	Mulher	22	Branca	Católica	Ensino superior incompleto (Graduação em Química)	Nunca viveu em união	2	A própria
2 Sudoeste	P3	Homem	51	Branco	Católico	Ensino superior completo (Graduação em Pedagogia)	Casamento civil e religioso	3	Toda a família
3 Nordeste	F2	Homem	25	Branco	Católico	Ensino superior completo (Administração)	Nunca viveu em união	4	O próprio
4 Noroeste	Mr6	Homem	60	Branco	Católico	Ensino fundamental incompleto	Casamento civil e religioso	2	O casal

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Os agricultores familiares participantes do estudo estão na faixa etária entre 20 e 60 anos, com uma média de 41 anos. O interesse pela geração fotovoltaica foi unânime entre os mais jovens. F1 e F2, que assumiram recentemente seus estabelecimentos rurais e que ainda não instalaram um sistema fotovoltaico, manifestaram fortemente o interesse. P3 (51 anos) e Mr6 (60 anos) disseram que, por enquanto, não têm interesse. Os demais participantes já possuem um sistema fotovoltaico instalado.

Quanto ao gênero, predominam agricultores homens (9), mas a responsabilidade pela tomada de decisões na maioria (10) é da família rural, em especial, pelo casal proprietário. Dois participantes do estudo que não compartilham com a família rural a responsabilidade pela tomada de decisões pertencem ao grupo B (sem sistema fotovoltaico instalado) e são filhos de agricultores que realizaram a sucessão da administração do estabelecimento rural; ambos nunca viveram em qualquer união conjugal. Por sua vez, o participante F9, do grupo A (participantes com sistema fotovoltaico instalado), que também nunca viveu em união conjugal, integra um grupo familiar onde as decisões são tomadas em conjunto com seus ascendentes que ali residem. Um respondente vive uma união estável; os demais participantes vivem um casamento tradicional, formalizado no “civil e/ou religioso”.

Quanto à raça, todos se autodeclararam brancos. Em relação à religião, predominou a evangélica de confissão luterana. Dos oito participantes que instalaram um sistema fotovoltaico em seus estabelecimentos rurais, sete são de confissão luterana e um é católico (o agricultor G7). Contudo, neste grupo, o participante Mr10 e sua companheira formam um casal de agricultores atípico, por ele ser evangélico de confissão luterana e ela católica. Já entre os quatro participantes que não instalaram um sistema fotovoltaico, todos são católicos.

Com relação ao ensino formal, a agricultora F1 é estudante universitária e os demais não frequentam escola, mas já frequentaram. Em geral, há um baixo nível de escolaridade entre os agricultores que instalaram o sistema fotovoltaico, com predomínio do ensino fundamental, sendo o nível técnico o mais elevado neste grupo; já dentre os agricultores que não instalaram, prevalece o ensino superior, informado por três dos quatro participantes.

No que concerne, especificamente, aos estabelecimentos pesquisados, todos estão situados na zona rural do município de São Paulo das Missões/RS, possuem área total inferior a quatro módulos fiscais⁸ e a mão-de-obra utilizada é proveniente, predominantemente, do próprio grupo familiar, formado entre duas e cinco pessoas. Os dados básicos coletados indicam o enquadramento de todos os participantes na condição de agricultores familiares, conforme preceitua a Lei 11.326/2006 (Brasil, 2006).

A finalidade produtiva destes estabelecimentos se alterna entre culturas de cereais (milho, trigo e soja), mas o foco está na produção leiteira, com alguns estabelecimentos consorciando uma ou mais atividades com a pecuária de corte. Observa-se que a adoção do uso de sistemas fotovoltaicos em estabelecimentos voltados à produção leiteira é maior que em

⁸ No município de São Paulo das Missões/RS, um módulo fiscal corresponde a 20 hectares (Embrapa Milho e Sorgo, 2013).

outros estabelecimentos, em razão da necessidade de manter resfriadores potentes para o resfriamento rápido do leite, pela mecanização e automação dos sistemas de ordenha e limpeza, e pelos sistemas de climatização instalados em alguns desses estabelecimentos. Esta adoção reflete o alinhamento da busca por **eficiência energética, acessível e renovável** – ênfase no ODS 7, com estratégias para a sustentabilidade rural familiar.

4.2.2 Caracterização dos sistemas fotovoltaicos nos estabelecimentos rurais

A presente categoria teve por objetivo identificar a existência de sistemas fotovoltaicos em estabelecimentos da agricultura familiar no município de São Paulo das Missões/RS. Para a classificação dos sistemas, adotou-se a tipologia descrita por Bezerra (2019) e Sousa, Sousa e Reis Jr. (2023), a qual distingue três modalidades: (i) sistemas *on-grid*, conectados à rede pública de distribuição de energia elétrica; (ii) sistemas *off-grid*, independentes da rede de distribuição; e (iii) sistemas híbridos. Essa categorização visa sistematizar a análise da infraestrutura energética no meio rural a partir de critérios técnico-operacionais amplamente utilizados na literatura especializada.

Nos estabelecimentos pertencentes ao Grupo A e que fazem uso de sistemas fotovoltaicos, observou-se a prevalência exclusiva da modalidade *on-grid*, sem mecanismos próprios de armazenamento da energia gerada. Tal resultado está em consonância com a tendência nacional identificada por Riffel *et al* (2019), segundo a qual menos de 1% dos sistemas fotovoltaicos instalados no Brasil operam de forma *off-grid*.

Apesar da Resolução Normativa nº 482/2012, da ANEEL, já prever a possibilidade de geração distribuída no Brasil desde seu ano de publicação, observou-se que, no município de São Paulo das Missões/RS, a adoção de sistemas fotovoltaicos por agricultores familiares ocorreu, majoritariamente, entre os anos de 2021 e 2023. Essa tendência local coaduna-se com os dados disponibilizados pela própria ANEEL (2025), os quais indicam incremento semelhante nas implementações de microgeração rural naquele período.

Entre os oito estabelecimentos rurais visitados que já haviam adotado sistemas fotovoltaicos, três o fizeram em 2021, três em 2022 e dois em 2023. A potência instalada variou entre 5,45 kW – predominantemente em sistemas instalados em telhados residenciais – e 22,16 kW – em sua maioria, posicionados em estruturas de apoio, como galpões e estábulos -, com média de 11,62 kW por unidade. Embora nos estabelecimentos analisados os painéis tenham sido fixados exclusivamente sobre estruturas preexistentes, como telhados de residências e

edificações rurais, não se pode desconsiderar a incidência de sistemas cuja estrutura tenha sido instalada diretamente sobre o solo no referido município.

O dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos foi realizado previamente à instalação em todos os estabelecimentos analisados, com o intuito de garantir a produção energética estimada. Tal procedimento técnico seguiu as orientações metodológicas propostas por Cordeiro e Couceiro (2024), as quais enfatizam a importância de considerar não apenas as especificações dos equipamentos, mas também variáveis contextuais, como sombreamento potencial, orientação solar e inclinação das coberturas. Esses fatores, quando avaliados de forma integrada, contribuem significativamente para a maximização da eficiência energética dos sistemas implantados.

No caso concreto, em alguns estabelecimentos rurais, o dimensionamento visava apenas atender a demanda da época e em outros casos, visava uma produção até 30% superior à demanda, para atender a projetos futuros. Entretanto, mesmo com o dimensionamento, em dois estabelecimentos a média de produção de energia está abaixo da demanda e em um deles está muito próxima. Os demais sistemas fotovoltaicos estão produzindo energia elétrica além da demanda.

Pode-se concluir que a adoção de sistemas fotovoltaicos em estabelecimentos da agricultura familiar no município de São Paulo das Missões/RS reflete um movimento crescente de incorporação de tecnologias sustentáveis no meio rural, ainda que predominantemente voltado à modalidade *on-grid*.

4.3 LIMITES E POSSIBILIDADES DA ENERGIA SOLAR NO DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL

As razões para instalação e possibilidades geradas com a implementação dos sistemas fotovoltaicos, bem como as limitações, prejuízos e causas de arrependimento decorrentes para o estabelecimento rural na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável são objeto desta seção. Para a análise do desenvolvimento rural sustentável no município de São Paulo das Missões/RS, adotou-se a abordagem fundamentada nas três dimensões (econômica, social, ambiental) que compõem o modelo “tripé da sustentabilidade”, conforme proposto por Elkington (1997). Essa estrutura conceitual permitiu a operacionalização dos indicadores e a compreensão integrada dos processos que caracterizam o contexto rural local.

4.3.1 Razões e aplicações da energia solar para o desenvolvimento rural sustentável

Dos 12 participantes da pesquisa, a maioria (10) acredita no impacto positivo da geração fotovoltaica na sustentabilidade econômica dos estabelecimentos rurais, sobretudo pelas melhorias aos processos produtivos, melhorias estas, associadas à redução de custos com energia elétrica. Sob a perspectiva do modelo “*triple bottom line*” (Elkington, 1997), pode-se afirmar que a energia solar fotovoltaica tem um potencial significativo de contribuição para a viabilidade financeira da agricultura familiar. Esse achado sugere que a adoção dessa tecnologia pode representar uma estratégia eficaz para a mitigação de despesas operacionais no setor rural.

Independentemente da forma de pagamento (à vista ou por meio de financiamento) dos sistemas fotovoltaicos, os participantes do estudo estimam que o retorno do investimento inicial será integralmente compensado pela energia gerada e pela consequente redução dos custos com eletricidade em um período estimado de quatro a sete anos. Além disso, mesmo os agricultores F1 e F2, que não possuem sistemas fotovoltaicos instalados, manifestam percepção favorável quanto aos benefícios econômicos associados à geração distribuída, evidenciando a atratividade desse modelo energético para os estabelecimentos rurais.

O agricultor P4, que adquiriu o sistema fotovoltaico por pagamento à vista, estima que, considerando a economia mensal média de R\$ 750,00 anteriormente dispendida com energia elétrica, o retorno do investimento inicial será alcançado em um período de quatro anos. O agricultor P11, por sua vez, optou pelo financiamento do sistema, parcelando o pagamento em cinco anos, relata que o valor da parcela mensal do financiamento é inferior ao montante previamente gasto com eletricidade, configurando uma vantagem financeira imediata. Já o agricultor Mr12, que também financiou seu sistema, realizou o dimensionamento da capacidade instalada com o objetivo de atender a demanda energética vigente e a futura expansão do consumo no estabelecimento. No entanto, ele considera que os benefícios econômicos efetivos só serão percebidos ao término do financiamento, uma vez que, no momento, a economia gerada não excede o valor das parcelas. Todavia, o agricultor acumula, junto à concessionária de energia elétrica, um saldo expressivo de crédito referente à geração excedente da unidade, o qual poderá ser utilizado para compensação posterior.

Os prazos estimados pelos respondentes para o retorno financeiro do investimento variam de um estabelecimento a outro, bem como a percepção sobre a redução de custos. Nos estabelecimentos rurais em que o sistema foi adquirido à vista e naqueles onde a parcela do financiamento é menor do que o valor que se pagava de energia elétrica, mesmo que o retorno financeiro ainda não tenha sido realizado integralmente, a sobra financeira mensal

proporcionada pela redução de custos com energia elétrica já permite reinvestimentos nas atividades fins e até mesmo a dinamização dessas atividades. Isso foi apontado por F9 e Mr10 como uma vantagem, bem como a possibilidade de manutenção das pastagens e a ampliação da estrutura e equipamentos para a produção leiteira no caso do agricultor F9. Para o agricultor G7, no entanto, a geração de energia solar não tem sido suficiente para atender a demanda decorrente da ampliação das atividades. O agricultor P11, por sua vez, foi enfático em afirmar que “ficou mais fácil de pagar as contas. Sobrou dinheiro para investir na propriedade e com isso, aumentou a produção de leite, que é a principal fonte de renda”.

Os argumentos positivos apontados pelos agricultores familiares evidenciam os aspectos positivos elencados por Micheletti (2023), principalmente no que se refere à redução de custos e à possibilidade de ampliação dos meios e processos produtivos; e, em especial, se alinham a um dos objetivos da dimensão econômica apresentada por Sachs (2009), que sugere a contínua modernização da produção.

O agricultor Mr10 destacou-se pela ampliação de suas atividades na olericultura. Seu estabelecimento, com área de três hectares, apresenta solo fértil e infraestrutura adequada de irrigação, incluindo sistema de captação e armazenamento de água da chuva, estufas e cultivo hidropônico. O depoimento deste participante da pesquisa, destaca que o ciclo produtivo de algumas culturas depende, entre outros fatores, da disponibilidade de energia a baixo custo para viabilizar a atividade, principalmente em períodos de estiagem, devido ao elevado consumo das bombas de irrigação da hidroponia e das demais áreas, além dos freezers e da câmara fria utilizados na conservação da produção pós-colheita.

A gestão dos recursos hídricos realizada pelo agricultor Mr10 para o desenvolvimento da olericultura, aliada à geração alternativa de energia limpa, contribui significativamente para uma produção sustentável com resultado econômico positivo. Considerando os argumentos da dimensão econômica apresentados por Elkington (1997), infere-se que há relação com a dimensão ecológica da sustentabilidade. Sachs (2009) também contribui para essa reflexão, especificamente a respeito da limitação do uso de recursos não renováveis e da preservação do capital natural.

Nos demais estabelecimentos, entretanto, constatou-se ausência de novas fontes de renda a partir da disponibilidade energética; ocorreu tão somente reinvestimento nas atividades já desenvolvidas. Embora tenham-se observado casos de expressiva melhora no desenvolvimento das atividades rurais, os fatores de contribuição econômica mais relatados pelos participantes, centram-se na redução dos custos e um melhor controle financeiro, de modo

a permitir sobras de recursos, os quais são reinvestidos nas atividades fins para aumentar a renda.

Em relação às contribuições sociais associadas ao desenvolvimento rural sustentável, observaram-se avanços. Embora não relacionados ao acesso a serviços anteriormente indisponíveis por falta de energia elétrica, uma vez que a carência desse recurso não se configura como uma problemática recorrente em São Paulo das Missões/RS, manifestaram-se por meio da melhoria das condições de habitação. Tais aprimoramentos englobam maior conforto do lar, elevação da sensação de segurança e otimização na gestão dos recursos domésticos, refletindo impactos positivos na qualidade de vida dos residentes da zona rural.

Com base em Elkington (1997) e Sachs (2009) sobre a dimensão social, Leite (2022) afirma que a melhora da qualidade de vida das famílias rurais é inerente e necessária para que de fato se realize o desenvolvimento rural sustentável, valendo-se de oportunidades para a solução de problemas e satisfação das necessidades, favorecendo, inclusive, o convívio social.

Neste sentido, os dados coletados revelaram que a melhora na qualidade de vida, particularmente onde há produção de energia além da demanda do estabelecimento rural, é quase unânime. As exceções registradas no grupo que instalou um sistema fotovoltaico, foram os agricultores G7 e M8, ambos com geração energética própria insuficiente, na medida em que não lhes permitem utilizar os aparelhos elétricos à vontade sem que implique em despesas extras com energia elétrica. Dentre os participantes que não instalaram, F1, F2 e P3 também acreditam que, se houver um dimensionamento adequado da potência do sistema, haverá condições para a melhora da qualidade de vida no lar das famílias rurais.

Essa melhora na qualidade de vida está fortemente associada à ampliação dos aparelhos elétricos e do melhor aproveitamento deles, a exemplo dos condicionadores de ar, que antes da disponibilidade energética de baixo custo proporcionada pela geração distribuída, não integravam o rol de aparelhos elétricos de algumas casas ou, quando já presentes, eram utilizados com cautela devido ao custo gerado pelo uso.

Da mesma forma, a maioria dos agricultores que possuem um sistema fotovoltaico expressou ter instalado ou melhorado o sistema de segurança em suas propriedades, desde a instalação de pontos de iluminação no pátio, de modo a complementar a iluminação pública ou suprir a falta dela, bem como, ter instalado câmeras de vigilância, para proteção pessoal e patrimonial. A agricultora M5 relatou que se sente mais segura agora, pois mesmo que seu estabelecimento fique afastado de vizinhos, recebe notificações das câmeras sempre que é detectado o movimento de humanos adentrando a sua propriedade.

Outro fator mencionado aponta clara e estreita integração entre as dimensões econômica e social da sustentabilidade, e diz respeito à redução da preocupação familiar quanto à gestão financeira da propriedade. Para o agricultor M11, esta foi a maior contribuição de cunho social. Logo, reduzir despesas e/ou ampliar a renda não implica tão somente em benefícios econômicos, mas pode também contribuir para a saúde mental dos agricultores, uma vez que reduzem a preocupação com insolvências devido às incertezas inerentes à atividade rural.

Por fim, observa-se que a maioria dos participantes avalia que as melhorias sociais proporcionadas por suas unidades geradoras de energia ficam restritas ao próprio estabelecimento rural beneficiário da geração. Porém, alguns depoimentos de participantes sugerem benefícios diretos e indiretos à sociedade, como a geração de empregos na elaboração dos projetos, comercialização e manutenção dos sistemas fotovoltaicos; retornos à economia local e regional, que se beneficia da maior disponibilidade financeira dos agricultores familiares para a aquisição de bens e serviços; e redução da demanda geral por energia elétrica gerada por outras fontes, especialmente das termelétricas, que implicam em cobranças extras na conta de energia elétrica de todos.

No tocante à dimensão ambiental, todos os agricultores familiares participantes, tanto os que instalaram, quanto os que não instalaram um sistema fotovoltaico, acreditam haver benefícios ao meio ambiente proporcionados pela geração distribuída de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos. Para agricultores como a M5 e o Mr12, essa disponibilidade elétrica a baixo custo favorece a substituição de aparelhos e equipamentos tradicionais, alimentados por fontes não renováveis, tais como motobombas à gasolina e o fogão à lenha, que dão espaço a aparelhos e equipamentos elétricos, como motobombas elétricas, *cooktops* por indução e aquecedores elétricos, menos poluentes e que não necessitam de combustíveis fósseis ou de madeira, conforme o caso, para a sua utilização.

Dos 12 participantes, oito (Mr6, M8, G7, P4, Mr10, M5, F1 e P3) associam a geração distribuída de energia elétrica pela fonte solar à redução pela demanda sobre as hidrelétricas, contribuição esta, que não se restringe apenas ao estabelecimento rural em que vivem e produzem, mas a todos. De acordo com Xavier *et al.* (2014), a geração no próprio estabelecimento onde ocorre o consumo, reduz a demanda de energia elétrica proveniente de hidrelétricas, evitando perdas relacionadas à transmissão e distribuição.

Ademais, esta forma de geração distribuída é bem-vista pelos participantes, pois pode gerar uma série de outras vantagens ao meio ambiente. Reduzir a demanda de energia produzida por hidrelétricas, especialmente nos horários de pico ou em períodos de escassez hídrica, significa também reduzir a necessidade de ativar usinas movidas por fontes não-renováveis,

como ocorre em parte das termelétricas, como afirmam Ribeiro, Braga e Rezende (2022). Além disso, o ponto mais relevante para os participantes, é a redução da necessidade de construção de novas hidrelétricas, visto que estas impactam em áreas desmatadas e alagadas, que afetam tanto a flora quanto a fauna e o clima das regiões em que são instaladas.

Ainda, em via oposta à forma de implantação de usinas hidrelétricas, de acordo com os dados empíricos, há a possibilidade de instalar os sistemas fotovoltaicos sobre estruturas preexistentes. Nos estabelecimentos dos participantes, todos os sistemas estão instalados sobre os telhados das casas ou galpões, o que reduz o impacto direto do uso do solo, não resultando em perda de área agricultável, nem florestal, como ocorre no caso das hidrelétricas.

O agricultor Mr10 acredita no potencial da combinação da geração própria de energia elétrica com a captação da água da chuva para dar conta das estufas com hidroponia. Além de produzir energia elétrica com uma fonte limpa e renovável, a estratégia deste agricultor favorece a redução da dependência de fontes convencionais de água, o que consiste num uso eficiente e racional dos recursos naturais para a produção agrícola.

Já o agricultor P11 complementa com a possibilidade de uma contribuição indireta da energia solar para o meio ambiente. Em sua percepção, a redução de custos proporcionada pela energia solar resulta em uma sobra de recursos que são reinvestidos no estabelecimento rural, beneficiando a geração de renda. Tal fato favorece para que a necessidade de complementação de renda não seja satisfeita mediante o avanço sobre áreas preservadas de mata para produção agrícola ou pecuária.

Quadro 9 – Síntese das razões e possibilidades decorrentes da instalação de sistemas fotovoltaicos em interface com os pilares do Tripé da Sustentabilidade

Razões (fatores motivadores)	Possibilidades (contribuições e aplicações)
Econômicas	
Redução de custos com energia elétrica	Reinvestimento da economia em atividades produtivas
Viabilidade econômica, com retorno estimado do valor investido entre 4 e 7 anos	Ampliação da infraestrutura
Compensação dos excedentes em até 60 meses	Menor instabilidade financeira
Isenção parcial ou total do “Fio B”	
Sociais	
Melhoria da qualidade de vida	Bem-estar
Saúde familiar com eliminação de fontes poluentes.	Conforto térmico
	Investimento em segurança, com câmeras e iluminação noturna
	Compartilhamento de crédito entre unidades consumidoras do mesmo titular
	Redução da sobrecarga na rede de distribuição
Ambientais	
Energia limpa e renovável	Redução da necessidade de novas hidrelétricas

	Preservação de áreas naturais e redução de desmatamentos
	Substituição de equipamentos poluentes e redução da dependência de combustíveis fósseis

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

As evidências sugerem que a adoção da energia solar fotovoltaica nos estabelecimentos da agricultura familiar representa uma alternativa estratégica para impulsionar o desenvolvimento rural sustentável. As razões apontadas pelos agricultores para a implementação dos sistemas solares envolvem, principalmente, a redução dos custos com eletricidade, o aumento da autonomia energética e a busca por maior estabilidade produtiva diante dos impactos climáticos, como as estiagens. As aplicações relatadas mostram a integração da energia solar a processos essenciais da produção leiteira, irrigação, conservação pós-colheita e outros. Tais práticas demonstram o potencial da energia solar como instrumento de inovação tecnológica alinhado às necessidades locais, promovendo ganhos econômicos, ambientais e sociais em comunidades rurais baseadas na agricultura familiar.

4.3.2 Limitações, prejuízos e causas de arrependimento com a energia solar fotovoltaica

A geração distribuída de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos também pode apresentar limitações, causar prejuízos e arrependimentos aos agricultores familiares. A análise é operacionalizada por meio das três dimensões, no tripé da sustentabilidade, estruturado por Elkington (1997).

Na dimensão econômica, alguns agricultores familiares entrevistados (P4, M5, M8, F9 e P11) não observam limitações ou prejuízos consideráveis decorrentes da geração própria de energia elétrica em seus estabelecimentos por meio de sistemas fotovoltaicos. No entanto, os demais agricultores entrevistados mencionaram o custo inicial elevado dos sistemas fotovoltaicos, o qual pode ser considerado um aspecto negativo pela repercussão social.

A limitação financeira para aquisição de sistemas fotovoltaicos foi mais recorrente entre os participantes do Grupo B – responsáveis por estabelecimentos rurais que não dispõem dessa tecnologia – sendo mencionada por três em cada quatro agricultores. Embora também tenha sido apontada por alguns integrantes do Grupo A – com sistema fotovoltaico instalado, sua ocorrência foi menos expressiva. Apesar de a pesquisa não ter como objetivo a análise da renda dos participantes, os depoimentos indicam que o poder aquisitivo reduzido constitui um fator restritivo ao acesso à geração de energia solar, de modo particular entre famílias da agricultura familiar com menor capacidade econômica.

A complexidade dos trâmites para acesso a financiamentos com recursos públicos, como os disponibilizados pelo Pronaf, nem sempre mitiga os entraves decorrentes dos elevados custos de aquisição e instalação de sistemas fotovoltaicos. Os participantes da pesquisa apontaram a existência de exigências normativas específicas, como a obrigatoriedade de aquisição de equipamentos de fabricação nacional, provenientes de fornecedores credenciados pelo BNDES, em detrimento de módulos importados com preços mais acessíveis. No grupo investigado, o agricultor Mr12 optou pelo financiamento via Pronaf devido às condições favoráveis de juros e prazos, mesmo diante da burocracia envolvida; por outro lado, P11 preferiu um crédito pessoal para acelerar o processo de aquisição. Entre os agricultores que recorreram ao financiamento, não foram mencionadas preocupações explícitas com o risco de endividamento, embora Mr12 tenha destacado que o receio de insolvência pode constituir uma barreira significativa à adoção da tecnologia por famílias com menor capacidade econômica.

Cordeiro e Couceiro (2024) enfatizam a importância do adequado dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos para que se obtenha a produção energética esperada. O subdimensionamento tem ocasionado limitações tanto econômicas quanto sociais. Os agricultores G7 e M8, por exemplo, destacaram a ausência de benefícios diretos à melhoria da qualidade de vida, uma vez que a quantidade de energia elétrica gerada é insuficiente para atender à demanda de seus estabelecimentos. Essa condição os impede de ampliar o uso de equipamentos elétricos sem incorrer em custos adicionais na fatura de energia, mantendo, portanto, os padrões de consumo praticamente inalterados em relação ao período anterior à instalação dos sistemas fotovoltaicos. Em contrapartida, o superdimensionamento observado no caso do Mr12 também apresenta desvantagens. Embora o sistema gere excedente energético computado mensalmente como crédito pelo mecanismo de compensação, o elevado custo de implantação compromete o retorno financeiro do investimento em comparação com os gastos anteriores com energia elétrica.

Outra limitação de ordem econômica é ressaltada pelo agricultor Mr10 e refere-se à redução da geração de energia nos dias nublados, em decorrência da menor incidência de radiação solar sobre os painéis fotovoltaicos. Essa condição também se intensifica em períodos chuvosos, especialmente no inverno, marcado por menor duração de fotoperíodo e maior ocorrência de nebulosidade, conforme esclarecido por Micheletti (2023). Adicionalmente, eventos climáticos extremos como granizo, descargas elétricas e vendavais representam riscos potenciais à integridade dos sistemas, cujos efeitos podem ser mitigados mediante a contratação de seguros específicos, embora essa medida acarrete custos adicionais. Nesse contexto, os

agricultores G7 e Mr12 disseram ter contratado seguro como forma de proteção ao investimento realizado.

A agricultora M5 foi a única a expressar a ocorrência de dano ao equipamento. Informou que teve a geração de energia interrompida devido à queima do inversor. Contudo, este ainda estava coberto pela garantia de fábrica, que lhe garantiu a substituição por um novo, sem que se consolidasse um prejuízo de fato, com ressalva para os dias em que o sistema fotovoltaico deixou de gerar energia.

Dentre os agricultores familiares que não instalaram, Mr6 e P3 consideram o investimento inicial alto demais para o baixo consumo energético em seus estabelecimentos, o que implica em um retorno financeiro incerto ou pouco satisfatório. O agricultor Mr6 também mencionou a preocupação com as limpezas frequentes das placas solares, pois em seu caso particular, se fosse instalar, precisaria utilizar o telhado da casa para a fixação das placas, contudo esta fica de frente para uma estrada vicinal, de terra, cuja poeira levanta com facilidade e acumula com maior rapidez, ensejando um intervalo mais curto entre as limpezas. Esta preocupação ainda se agrava, pois, ele justifica não ter condições de subir no telhado para realizar as limpezas, assim, tendo de contratar um profissional especializado para o serviço, o que implicaria mais custos.

Ainda em relação aos custos, percebe-se que enquanto algumas famílias rurais conseguem usufruir dos benefícios econômicos e sociais provenientes da geração de energia elétrica por sistemas próprios que convertem a luz solar em eletricidade, outras permanecem sem, gerando em alguns casos, novas disparidades, especialmente no âmbito social. É importante salientar que Leite (2022) sustenta que o desenvolvimento rural deve favorecer oportunidades que deem sentido à vida desses atores, promovendo, além de melhorias individuais, condições de convívio e integração social. No mesmo sentido, Sachs (2009, p. 85), indica como um dos objetivos da sustentabilidade, o alcance de um “nível razoável de coesão social”, que, no entanto, pode também se fragilizar diante de possíveis disparidades.

Neste sentido, o agricultor P3, do Grupo B, mas que acredita na melhoria da qualidade de vida decorrente da geração própria de energia elétrica por sistema fotovoltaico, seja tanto pela possibilidade de ampliação dos aparelhos elétricos, quanto pelo melhor aproveitamento deles, aborda a limitação financeira enfrentada por famílias com renda baixa, cujo fator por vezes é impeditivo para a instalação do sistema, destacando uma possível sugestão de subvenção social, mediante a criação de subsídios na ordem de 50 % ou, pelo menos 30 % do custo total da implantação, isto porque, acredita que apenas a disponibilidade de crédito, quando existente, pode ainda não ser suficiente para tornar vantajosas as instalações para estas famílias.

Nesse ponto, percebe-se a convergência com a visão de Leite (2022), pois o agricultor P3 apresenta uma sugestão equitativa capaz de contribuir para a resolução de problemas e melhoria da qualidade de vida dos atores e comunidades que integram o meio rural. No entendimento desse agricultor, nessas residências, um projeto social que crie um subsídio na faixa dos percentuais citados, seria capaz não apenas de tornar a implantação economicamente viável para as famílias, mas também de gerar empregos e, em especial, beneficiar o meio ambiente.

Por sua vez, embora a dimensão ambiental da geração de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos a tenha comumente associada a benefícios sustentáveis, é fundamental reconhecer que também existem impactos negativos a ela associados. Tais impactos abrangem desde o processo de extração das matérias-primas - especialmente decorrentes de mineração do silício - até as etapas de fabricação, comercialização e implantação dos sistemas.

No contexto da pesquisa, considerando os estabelecimentos rurais participantes, observou-se que metade dos agricultores do Grupo A não percebeu prejuízos ao meio ambiente associados à geração fotovoltaica, enquanto a outra metade expressou preocupações nesse sentido. A maioria dos agricultores do Grupo B também apontou potenciais limitações ambientais, com exceção de Mr6, que declarou não possuir clareza quanto aos riscos envolvidos.

Durante o período de vida útil dos equipamentos, essas limitações ou prejuízos não são expressivos. Os sistemas em geral apresentam uma expectativa longa de uso, normalmente acima de 20 anos, mas que pode ser interrompida precocemente com a queima dos aparelhos, com a quebra em virtude de granizos, destruição provocada por vendavais, etc., ou então, quando nenhum imprevisto ocorrer, simplesmente pela redução substancial da eficiência dos equipamentos após toda a sua vida útil, conforme explicado por Micheletti (2023), ensejando a sua substituição.

A substituição dos sistemas fotovoltaicos, decorrente da redução gradual da eficiência das placas solares ao longo do tempo, tem gerado preocupações relevantes na dimensão ambiental da sustentabilidade, conforme relatado por oito dos doze agricultores entrevistados. Entre os principais desafios apontados está o descarte adequado dos equipamentos obsoletos, devido à presença de elementos contaminantes. O agricultor Mr10 destacou sua inquietação quanto ao impacto ambiental decorrente dessa substituição periódica, enquanto F1 ressaltou a importância de se estabelecer uma logística reversa eficiente que assegure o reaproveitamento, reciclagem ou descarte ambientalmente seguro dos componentes, minimizando os efeitos adversos sobre o meio ambiente.

O agricultor Mr10 relatou também que na região houve casos de perdas de placas solares por quebra com granizo, levando algumas pessoas a aproveitar essas placas para construção de muros. Essa prática, no entanto, pode não ser segura. De acordo com F1, os painéis podem conter metais pesados, que podem potencialmente contaminar o meio ambiente.

Por sua vez, o agricultor Mr12, mencionou a existência da competitividade pelo espaço, seja horizontal ou vertical. Como todos os agricultores participantes da pesquisa instalaram os seus sistemas sobre telhados, não se criou uma competitividade pelo uso direto do solo nestes estabelecimentos rurais, mas, de acordo com o referido agricultor, tornou-se inviável o plantio de árvores de grande porte nas proximidades, devido ao sombreamento, que poderia reduzir ou até mesmo interromper a geração de energia.

Mesmo com as limitações e/ou prejuízos existentes, sejam de ordem econômica, social ou ambiental, nenhum dos oito agricultores que instalou sistema fotovoltaico em seu estabelecimento rural se arrependeu da decisão, mas três relataram arrependimento em relação às escolhas relacionadas à instalação. Mr10 citou o fato de não ter otimizado as opções de compra à época, pois talvez pudesse ter barateado o custo de aquisição do sistema se tivesse ampliado a sua pesquisa de preços. Para P4, uma causa de arrependimento foi ter instalado o sistema fotovoltaico sobre o galpão e não sobre a casa, razão pela qual, terá de fazer a avaliação do galpão para contratação do seguro, o que para G7 não foi problema, pelo contrário, sentiu-se satisfeito em ter o seu galpão também coberto por seguro, mesmo que isso aumente os custos. O agricultor G7, por sua vez, citou que sua família deveria ter optado por um sistema solar de maior potência, já que o atual não gera o quantitativo esperado de energia, não atendendo à demanda total do estabelecimento. Na visão da agricultora M8, a geração de energia em seu estabelecimento rural está abaixo da demanda, mas não ter adquirido um sistema mais potente não lhe causa arrependimento.

Quadro 10 – Síntese das limitações, prejuízos e causas de arrependimento decorrentes da instalação de sistemas fotovoltaico em interface com os pilares do Tripé da Sustentabilidade

Limitações	Prejuízos	Frustrações ou causas de arrependimento
Econômicos		
Custo inicial elevado	Queima do inversor, que embora estivesse coberto pela garantia, deixou o sistema inoperante por alguns dias	Subdimensionamento
Burocracia para financiamento		Ter instalado sobre o galpão e não sobre a casa
Riscos de quebra ou danos		Não ter pesquisado o suficiente por melhores preços e condições

Geração insuficiente quando mal dimensionado		
Queda progressiva da eficiência das placas		
Necessidade de manutenção básica		
Sociais		
O subdimensionamento impossibilita a ampliação do consumo	Desigualdade no acesso à geração própria de energia elétrica por famílias rurais de baixa renda	Impossibilidade de acesso equitativo às tecnologias sustentáveis
Sistema inoperante durante as quedas de energia	Restrição aos benefícios de transição energética a grupos com maior poder aquisitivo.	Disponibilidade de crédito não garante a viabilidade econômica, sendo necessários subsídios públicos.
Ambiental		
Restrição ao plantio de determinadas espécies de árvores	Potencial contaminação se ocorrer o descarte de forma inadequada	
Reflexo luminoso		
Infraestrutura para reciclagem ou logística reversa		
Vulnerabilidade para eventos climáticos críticos		

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Os dados analisados evidenciam que, na dimensão econômica do tripé da sustentabilidade, a adoção de sistemas fotovoltaicos para geração distribuída de energia elétrica em estabelecimentos da agricultura familiar pode apresentar fragilidades decorrentes de fatores técnicos e operacionais. Prejuízos como a queima do inversor, ainda que coberta pela garantia, geram interrupções temporárias na produção e comprometem a continuidade da autonomia energética, sinalizando vulnerabilidades que impactam a viabilidade econômica do investimento. Além disso, causas de arrependimento como o subdimensionamento dos sistemas, decisões inadequadas quanto ao local de instalação e ausência de pesquisa prévia de mercado revelam falhas no planejamento que podem comprometer o retorno financeiro esperado. Tais evidências reforçam a necessidade de assessoria técnica qualificada e maior acesso a informações estratégicas, de modo a potencializar os benefícios econômicos da tecnologia fotovoltaica e garantir sua efetividade como vetor de desenvolvimento rural sustentável.

Na dimensão social do tripé da sustentabilidade, observam-se limitações, prejuízos e causas de arrependimento relacionadas à desigualdade no acesso à geração própria de energia elétrica por meio de sistemas fotovoltaicos. Apesar da percepção de P3 sobre a melhora na qualidade de vida proporcionada pelo uso ampliado e mais eficiente de equipamentos elétricos, destaca-se como limitação significativa o fator econômico enfrentado por famílias de baixa renda, que frequentemente se veem impossibilitadas de instalar os sistemas em seus

estabelecimentos. Essa condição revela um impacto social negativo, ao restringir os benefícios da transição energética a grupos com maior poder aquisitivo. Como proposta de mitigação, P3 sugere a implementação de subsídios públicos entre 30% e 50% do custo de implantação, reconhecendo que a mera disponibilidade de crédito não garante a viabilidade econômica para essas famílias, podendo gerar frustração e arrependimento diante da impossibilidade de acesso equitativo às tecnologias sustentáveis.

A análise da dimensão ambiental do tripé da sustentabilidade revela que, embora a geração de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos seja amplamente reconhecida por seus benefícios ecológicos, sua adoção em estabelecimentos da agricultura familiar também apresenta desafios e impactos que merecem atenção. Entre os principais pontos levantados pelos participantes da pesquisa, destacam-se a preocupação com o descarte adequado dos módulos fotovoltaicos após a perda de eficiência ou quebra por intempéries, como granizo, sendo o reaproveitamento não convencional uma prática potencialmente perigosa, devido à presença de metais pesados nos painéis. Além disso, observou-se a competitividade espacial como fator restritivo ao uso do ambiente natural, especialmente quanto à limitação do plantio de espécies arbóreas de grande porte nas proximidades dos sistemas, visando evitar o sombreamento que comprometeria a geração de energia. Esses elementos apontam para a necessidade de regulamentação ambiental específica, implementação de logística reversa eficaz e integração da tecnologia a práticas agroecológicas que considerem a funcionalidade e o equilíbrio dos sistemas produtivos e ecológicos.

Com a apresentação e discussão dos resultados obtidos, esta parte da dissertação descreveu os principais achados da pesquisa. Inicialmente, foram abordadas as políticas públicas federais sobre geração distribuída de energia elétrica – com foco na energia fotovoltaica – e analisada sua influência nas decisões dos agricultores familiares de São Paulo das Missões/RS quanto à instalação ou não de sistemas fotovoltaicos. Em seguida, apresentou-se o perfil dos participantes da pesquisa e seus respectivos estabelecimentos rurais, além da descrição das principais características dos sistemas fotovoltaicos instalados em alguns destes estabelecimentos. Por fim, discutiram-se as possibilidades e limitações da energia solar tomando por base as experiências relatadas pelos participantes. A seguir, apresentam-se as considerações finais do estudo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação analisou a contribuição da energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural sustentável em estabelecimentos da agricultura familiar em São Paulo das Missões/RS, perpassando pela identificação das principais políticas públicas federais sobre geração distribuída de energia elétrica, a influência das políticas públicas federais na decisão dos agricultores familiares de São Paulo das Missões/RS para a instalação de sistemas solares fotovoltaicos em seus estabelecimentos rurais, a verificação da existência e a modalidade dos sistemas fotovoltaicos instalados, e a reflexão sobre as possibilidades e limitações da energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural sustentável local, também aplicável à região.

Os resultados evidenciaram que esta tecnologia contribuiu para a transformação multidimensional dos estabelecimentos rurais da agricultura familiar, alinhando-se às dimensões econômica, social e ambiental que formam o modelo tripé da sustentabilidade. Esta contribuição, no entanto, não se deu de forma espontânea ou por iniciativa dos agricultores familiares, mas impulsionada por políticas públicas.

As políticas públicas federais, em especial a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 e a Lei 14.300/2022, mostraram-se determinantes para a adoção da energia solar fotovoltaica. A primeira, foi responsável por estabelecer as condições gerais para o acesso dos sistemas de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, bem como, por estabelecer o sistema de compensação de energia elétrica; e a segunda, por instituir o marco legal, consolidando em lei as definições, condições gerais e procedimentos para microgeração e minigeração distribuída e o sistema de compensação.

A pesquisa documental revelou que a adoção da energia solar fotovoltaica em geração distribuída com classe de consumo rural no município iniciou-se no ano de 2018 e atingiu o ápice de conexões em 2022, coincidindo com o período de transição previsto na Lei 14.300/2022 para isenção da TUSD até 2045, quando elevou-se o número de sistemas instalados de 38 para 121. No mesmo sentido, os dados empíricos coletados junto aos agricultores familiares participantes da pesquisa indicaram a adoção concentrada entre os anos 2021 e 2023, exclusivamente na modalidade *on grid*. A análise do perfil dos participantes apontou que a adoção aconteceu predominantemente entre agricultores familiares autodeclarados brancos, evangélicos de confissão luterana, com menor escolaridade formal e que desempenham atividades que demandam mais energia elétrica, como a leiteira.

Os resultados demonstram que o avanço da geração distribuída de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos contribuiu, na maior parte dos estabelecimentos analisados, para

alavancar a produção rural, melhorar a qualidade de vida das famílias rurais e favorecer a preservação ambiental. Não obstante, sua adoção ainda apresenta alguns desafios e frustrações, classificados na pesquisa como limitações, prejuízos e causas de arrependimento.

Do ponto de vista econômico, os agricultores familiares destacaram como principais razões motivadoras para a adoção da energia solar fotovoltaica, fatores como a redução de custos, o retorno financeiro num prazo relativamente curto frente à vida útil estimada dos equipamentos e a possibilidade de compensação da energia excedente em até 60 meses, tudo isso aliado à isenção temporária do TUSD a quem preencheu os requisitos no prazo de transição da Lei 14.300/2022. Além disso, há agricultores que relataram a possibilidade de reinvestimento da economia gerada, a ampliação da infraestrutura destinada à produção e menor instabilidade financeira. No entanto, também observaram limitações como o alto custo inicial para a implementação dos sistemas, burocracia para obtenção de financiamentos, geração insuficiente nos casos com subdimensionamento, despesas com manutenção básica e queda progressiva da eficiência das placas. Até o momento, o único prejuízo potencial informado pelos participantes foi a queima de um inversor, mas que não se consolidou, pois o aparelho estava coberto pela garantia. Já as causas de arrependimento relatadas não decorrem diretamente da adoção da energia solar, mas do planejamento a ela relacionado, como o próprio subdimensionamento, instalação em local inadequado e, por não terem buscado melhores preços e condições.

Do ponto de vista social, constatou-se que houve melhora na qualidade de vida nos estabelecimentos rurais onde a geração de energia é equivalente ou superior à demanda, melhora esta, associada à ampliação dos aparelhos elétricos e o melhor aproveitamento deles, como na iluminação, segurança e conforto térmico; assim como, pela menor instabilidade na gestão financeira do estabelecimento, reduzindo-se a preocupação com o pagamento das despesas e insolvências. Ademais, pode haver contribuição direta e indireta à sociedade, visto que os benefícios particulares auferidos com a geração distribuída também estimulam a geração de empregos e a economia local e regional. Observaram-se limitações nos estabelecimentos onde houve subdimensionamento dos sistemas e quando o sistema fica inoperante durante as quedas de energia, característicos dos sistemas *on grid*. Além disso, registrou-se a frustração quanto à desigualdade no acesso a essa tecnologia, limitando o acesso aos seus benefícios.

Sob o aspecto ambiental, os agricultores familiares reconhecem fortemente a energia solar fotovoltaica como uma energia limpa e renovável e consideram sua contribuição para a redução da demanda sobre novas hidrelétricas, preservando a fauna e a flora das regiões propícias ao alagamento, bem como a redução da demanda sobre o sistema elétrico existente,

que frequentemente necessita complementar a geração de energia acionando usinas, tanto de fontes renováveis, quanto de fontes não-renováveis. A substituição de aparelhos e equipamentos dependentes de combustíveis fósseis (poluentes) por equipamentos elétricos também está se tornando realidade em parte dos estabelecimentos. Mas, reconhecem que a implementação de sistemas fotovoltaicos apresenta algumas limitações de ordem ambiental, como a restrição ao plantio de árvores capazes de produzir sombra sobre os painéis, o reflexo luminoso e a vulnerabilidade frente a eventos climáticos críticos, como de um granizo muito forte. Ainda, há a preocupação dos participantes com a infraestrutura para a reciclagem e a logística reversa, pois, o descarte inadequado implica num potencial risco de contaminação ao meio ambiente.

No que se refere às limitações da pesquisa, destaca-se a escassez de publicações científicas que abordem especificamente a integração entre geração distribuída de energia elétrica, energia solar fotovoltaica e desenvolvimento rural sustentável, o que restringiu a amplitude da fundamentação teórica. No campo empírico, as principais dificuldades estiveram relacionadas ao acesso a alguns estabelecimentos rurais, dificultado por barreiras físicas – como porteiros trancados – e pela presença de cães de guarda, o que, em certos casos, impediu inclusive o convite à participação. Além disso, observou-se uma desconfiança inicial por parte de alguns agricultores convidados, o que pode ter comprometido a fidedignidade de algumas respostas.

O município de São Paulo das Missões/RS apresenta características predominantemente rurais, com relevante participação da atividade agropecuária na economia local, especialmente a pecuária leiteira, que é favorável à recepção de inovações tecnológicas para a obtenção de melhores resultados econômicos e sociais. Contudo, as evidências coletadas demonstram não apenas a compatibilidade técnica dos sistemas fotovoltaicos com as demandas energéticas locais, mas também revelam limitações, dentre elas, falhas esporádicas na autonomia energética em virtude da ausência de mecanismos de armazenamento. Nesse sentido, torna-se premente o aprofundamento de estudos que avaliem a viabilidade operacional e econômica de modalidades híbridas ou off-grid, especialmente diante do potencial de expansão da microgeração distribuída e das perspectivas de diversificação produtiva dos agricultores familiares. A compreensão aprofundada dessas dinâmicas em futuras investigações pode subsidiar políticas públicas mais efetivas voltadas à transição energética no contexto rural brasileiro. Além disso, pesquisas futuras poderiam explorar de forma comparativa, os impactos da energia solar fotovoltaica em diferentes realidades rurais, considerando variáveis como arranjos produtivos, custo de oportunidade ou acesso ao crédito, bem como, a comparação de resultados obtidos com a

geração própria de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos, entre municípios integrantes do mesmo conselho regional de desenvolvimento, o COREDE Missões.

A geração e uso da energia elétrica gerada por sistemas fotovoltaicos nos estabelecimentos da agricultura familiar representa uma convergência entre inovação tecnológica e os princípios que fundamentam a produção rural sustentável. Ao promover a autonomia energética, essa fonte renovável fortalece o protagonismo dos agricultores familiares, reduz os custos operacionais e valoriza o uso consciente dos recursos naturais. Mais do que uma solução ambientalmente viável, a energia solar contribui para o fortalecimento das economias locais, gera oportunidades de qualificação e renda, e cria condições para o desenvolvimento rural com justiça social e respeito às especificidades culturais da comunidade. Trata-se, portanto, de um instrumento estratégico que se alinha à lógica da agricultura familiar, pautada pela diversidade, pela sustentabilidade e pela construção coletiva do futuro no campo.

Por fim, conclui-se que a energia solar fotovoltaica é mais do que uma alternativa energética. É uma “ferramenta” de transformação econômica, social e ambiental para famílias rurais comprometidas com a sustentabilidade dos seus estabelecimentos e do local a que pertencem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. Da ideologia do progresso à ideia de desenvolvimento (rural) sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. **Reconstruindo a agricultura**: ideias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. 3.ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009. p. 33-55.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Nota Técnica nº 0043/2010-SRD/ANEEL**. Proposta de abertura de Consulta Pública para o recebimento de contribuições visando reduzir as barreiras para a instalação de geração distribuída de pequeno porte, a partir de fontes renováveis, conectada em tensão de distribuição. Brasília, 2010. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas-antigas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_idDocumento=34163&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jspPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 11 mar. 2025.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 517, de 11 de dezembro de 2012. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e o Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, DF, v. 149, n. 241, p. 121, 14 dez. 2012.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf> . Acesso em: 24 fev. 2024.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Dicionário de Metadados do Conjunto de Dados**. Brasília: 2023. Volume 1. Disponível em: <https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/5e0fafd2-21b9-4d5b-b622-40438d40aba2/resource/e8f71a89-85b1-4a49-920a-56224e49dba2/download/dm-empresendimentos-geracao-distribuida-fotovoltaica-informacoes-tecnicas.pdf> . Acesso em: 27 fev. 2024.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Geração distribuída**. Brasília: 2024. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojY2VmMmUwN2QtYWFiOS00ZDE3LWI3NDMtZDk0NGI4MGU2NTkxIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9> . Acesso em: 01 mai. 2024.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Micro e Minigeração Distribuída**: saiba mais sobre micro e minigeração distribuída. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida> . Acesso em 21 jan. 2025.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Relação de empreendimentos de Mini e Micro Geração Distribuída**. Disponível em: <https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/relacao-de-empresendimentos-de-geracao-distribuida>. Acesso em: 7 mar. 2025.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, DF, v. 152, n. 230, p. 45, 02 dez. 2015.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 786, de 17 de outubro de 2017. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, DF, v. 154, n. 207, p. 94, 27 out. 2017.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 1.000 de 7 de dezembro de 2021. Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica; revoga as Resoluções Normativas ANEEL nº 414, de 9 de setembro de 2010; nº 470, de 13 de dezembro de 2011; nº 901, de 8 de dezembro de 2020 e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, DF, v. 160, n. 15, p. 74, 21 jan. 2022.

BARBOSA, Y. A.; AMBRÓZIO, J. C. G. A cidade e o progresso: considerações sobre os impactos da ideologia do progresso no espaço urbano do século XIX. **Revista de Geografia**, v. 4, n. 2, 2014.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERWALD, D.; BATISTA, R. R. G.; ALVES, A. A. A. Panorama brasileiro atual dos indicadores para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 1, p. 1226-1249, 2024.
<https://doi.org/10.55905/revconv.17n.1-067>.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Pronaf** – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. Disponível em:
<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf>. Acesso em: 11 mar. 2025.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Pronaf Bioeconomia**. Disponível em:
<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-bioeconomia>. Acesso em: 11 mar. 2025.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em: 03 jul. 2025.

BRASIL. Decreto de 27 de dezembro de 1994. Cria o Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios - PRODEEM, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 28 dez. 1994.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis nº 10.848, de 15 de março de 2004, e

9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 5 ago. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 dez. 1996.

BRASIL. Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 jul. 2000.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 279, de 27 de junho de 2001. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, DF, p. 165-166, 29 jun. 2001.

BRASIL. Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nºs 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 mar. 2004.

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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 jul. 2006.

BRASIL. Convênio ICMS nº 16, de 22 de abril de 2015. Autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 abr. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 1.059, de 7 de fevereiro de 2023. Aprimora as regras para a conexão e o faturamento de centrais de microgeração e minigeração distribuída em sistemas de distribuição de energia elétrica, bem como as regras do Sistema de Compensação de Energia Elétrica; altera as Resoluções Normativas nº 920, de 23 de fevereiro de 2021, nº 956, de 7 de dezembro de 2021, nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, ano 161, n. 30, p. 65, 10 fev. 2023.

BRÜSEKE, F. J. O problema do desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza**: estudos para uma sociedade sustentável. Recife: INPSO-FUNDAJ, 1994. Capítulo 2.

CALLONI, H. Ambientes desencantados: o século XVIII e o reino das racionalidades. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 11-24, 2006.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Substitutivo ao Projeto de Lei Nº 2.953, de 2022**. Institui o Programa de Energia Renovável para Agricultura Familiar e para Consumidores de Baixa

Renda – Programa Luz do Sol e dá outras providências. Disponível em:

https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2426214&filename=Parecer-CME-2024-05-21. Acesso: em 22 mai. 2024.

CÂMARA MUNICIPAL de Vereadores de São Paulo das Missões. **Histórico**. Disponível em:

<https://www.camarasapaulodasmissoes.rs.gov.br/imprensa/institucional/Historico/1/2024/5>.

Acesso em: 30 mar. 2024.

CARNEIRO, M. J. “Rural” como categoria de pensamento. **Ruris**, v. 2, n. 1, p. 9-38, 2008.

<https://doi.org/10.53000/rr.v2i1.661>

CASTRO, C. N.; PEREIRA, C. N. Estado e desenvolvimento rural. **Texto para Discussão nº 2564**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2020. Disponível em:

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10063/1/td_2564.pdf. Acesso em: 18 mai.

2024.

CELLA, D.; QUEDA, O.; FERRANTE, V. L. S. B. A definição do espaço rural como local para o desenvolvimento territorial. **Retratos de Assentamentos**, v. 22, n. 1, p. 69-91, 2019.

<https://doi.org/10.25059/2527-2594/retratosdeassentamentos/2019.v22i1.333>

COPABIANCO, J. P. O que podemos esperar da Rio-92? **São Paulo em Perspectiva**, v. 6, n. 1-2, p. 13-17, 1992.

CORDEIRO, N. D.; COUCEIRO, M. A. Sistema fotovoltaico no Brasil e em Roraima e as diferenças entre os sistemas on grid e off grid. **Revista de Administração de Roraima**, v. 15, n. 1, 8085, 2024.

<https://doi.org/10.18227/2237-8057rarr.v15i1.8085>

DIEGUES, A. C. S. Desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis: da crítica dos modelos aos novos paradigmas. **São Paulo em Perspectiva**, v. 6, n. 1-2, p. 22-29, 1992.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business**. United Kingdom: Capstone, 1997.

FAGNANI, E.; SARTI, F.; CASSIOLATO, J. E. Apresentação. **Revista Política Social e Desenvolvimento**, v. 3, n. 24, p. 4-6, 2015.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. Portaria FEPAM nº 235, de 29 de abril de 2022. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte solar. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, RS, 29 abr. 2022.

FROEHLICH, J. M. As novas ruralidades precisam ou merecem (novas) políticas públicas? In: FROEHLICH, J. M.; DIESEL, V. **Desenvolvimento rural: tendências e debates contemporâneos**. Ijuí: Unijuí, 2009. p. 179-189.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2016.

GRESSE, E.; ENGELS, A. ODS e sociedade civil. In: FREY, K. *et al.* (Orgs). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: desafios para o planejamento e a governança ambiental na Macrometrópole Paulista**. Santo André: UFABC, 2020.

GTAGENDA 2030. ODS. Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/ods/>. Acesso em: 20 abr. 2024.

IBGE. **Agenda 2030**. Rio de Janeiro: 2024. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/home/agenda>. Acesso em: 04 abr. 2024.

IBGE. **Cidades e estados do Brasil: São Paulo das Missões**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sao-paulo-das-missoes/>. Acesso em: 12 mar. 2024.

IRENA. International Renewable Energy Agency. **Top 10 countries/areas**. Disponível em: <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>. Acesso em: 26 mar. 2025.

KAGEYAMA, A. Desenvolvimento rural: conceito e medida. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 21, n. 3, p. 379-408, 2004. <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2004.v21.8702>

KLABIN, I. Desenvolvimento sustentável: um conceito vital e contraditório. Entrevista concedida por Israel Klabin, presidente da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), a Cristina Aragão. In: ZYLBERSZTAJN, D.; LINS, C. (Orgs.). **Sustentabilidade e geração de valor: a transição para o século XXI**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 1-14.

LAGO, A. A. C. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo: o Brasil e as três conferências ambientais das Nações Unidas**. Brasília: Funag, 2006. Disponível em: https://funag.gov.br/biblioteca-nova/pdf/mostraPdf/1/189/estocolmo_rio_joanesburgo: o brasil e as tres conferencias ambientais das nacoes unidas. Acesso em: 16 abr. 2024.

LEITE, M. J. H. Desenvolvimento rural: uma revisão bibliográfica. **Agriculturae**, v. 4, n. 1, p. 1-15, 2022. <http://doi.org/10.6008/CBPC2674-645X.2022.001.0001>

LOPES, L. V. Política energética e fontes alternativas no Brasil. **Revista Gestão & Conexões**. Vitória (ES), v. 4, n. 2, p. 144-163, jul./dez. 2015. ISSN 2317-5087. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/ppgadm/article/view/6542>. Acesso em: 05 abr. 2025.

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia solar fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p.126-143, 2015. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150008>

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATEUS, A. G. C.; TAPIA, G. I. M. Análise de sistema híbrido solar-eólico de geração de energia on grid em assentamento rural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 8, 2020, Fortaleza. **Anais do...** Fortaleza: ABENS, 2020.

MICHELETTI, D. H. A contribuição da energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural sustentável. 2023. 110 f. **Tese** (Doutorado em Desenvolvimento Rural Sustentável)– Pós-Graduação Stricto Sensu em Desenvolvimento Rural Sustentável, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21 Global**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html#startOfPageId598> . Acesso em: 23 mar. 2024a.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Desenvolvimento rural**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/desenvolvimento-rural.html> . Acesso em: 23 mar. 2024b.

MOREIRA, L.; VIDOR, G. O futuro do transporte sustentável: uma contribuição dos veículos elétricos para o tripé de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO, PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 11, 2023, São Paulo. **Anais do...** São Paulo: Uninove, 2023.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **A ONU e o meio ambiente**. Brasília: Nações Unidas Brasil, 2020. <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 04 abr. 2024.

NAVARRO, Z. Desenvolvimento rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro. **Revista Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 83-100, 2001.

ODM BRASIL. **Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. Disponível em: <http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>. Acesso em: 23 mar. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL de São Paulo das Missões. **História do município**. Disponível em: <https://www.saopaulodasmissoes.rs.gov.br/site/conteudos/174-historia-do-municipio>. Acesso em 15 fev. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL de São Paulo das Missões. **Plano municipal integrado de saneamento básico**. 2022. Disponível em: https://sitearquivos.s3-us-west-2.amazonaws.com/210/Conteudos/653/mt7elj0jynjsqbzxql7_2022-PDF1ªREVISÃOPMISBSAOPAULODASMISSÕES.pdf . Acesso em 15 fev. 2024.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBEIRO, P. F. R. V.; BRAGA, R. F.; REZENDE, E. N. A importância da energia solar no desenvolvimento sustentável e os rumos da política pública para incentivo a essa fonte renovável no Brasil. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 8, n. 1, p. 23-43, 2022. <https://doi.org/10.26668/indexlawjournals/2525-9687/2022.v8i1.8810>

RIBEIRO, W. C. **A ordem ambiental internacional**. São Paulo: Contexto, 2001.

RIFFEL, D. B. *et al.* Energia solar fotovoltaica utilizando SAM. In: SILVA, G. F. *et al.* (orgs.). **Energias alternativas: tecnologias sustentáveis para o nordeste brasileiro**. Aracaju: Associação Acadêmica de Propriedade Intelectual, 2019. Capítulo 1.

ROTA MISSÕES. **São Paulo das Missões**: Cantão Suíço das Missões. Disponível em: <https://www.rotamissoes.com.br/conheca/sao-paulo-das-missoes-33.html> . Acesso em: 12 mar. 2024.

ROTTA, E.; REIS, C. N. Desenvolvimento e políticas sociais: uma relação necessária. In: LOPES, H. C. (Org.). **Teorias e processos de desenvolvimento**. Chapecó: UFFS, 2016.

SACHS, I. **Desenvolvimento**: incluyente, sustentável e sustentado. Rio de Janeiro, Garamond, 2008.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, Garamond, 2009.

SANTOS, D. M. C.; MEDEIROS, T. A. Desenvolvimento sustentável e Agenda 21 brasileira. **Ciência Atual**, v. 15, n. 1, p. 10-27, 2020.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 1-22, 2014.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 3, p. 511-531, 2010.

SENA, N. K. Conservação da natureza em interface com a atuação da UICN (1947 – 2016). 210 f. 2018. **Tese** (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

SOUSA, L. O. C.; SOUSA, P. C.; REIS JR., J. C. F. Sistema de energia fotovoltaica como estratégia de sustentabilidade domiciliar na cidade de Santarém no estado do Pará: um estudo de caso. **Revista FT**, v. 27, n. 119, 2023.

STEFANELLO, C.; MARANGONI, F.; ZEFERINO, C. L. A importância das políticas públicas para o fomento da energia solar fotovoltaica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 7, 2018, Gramado. **Anais do...** Gramado: Associação Brasileira de Energia Solar, 2018.

TORRES, B. M.; ANGELO, G. F. Eventos ambientais como norteadores de acordos internacionais ambientais. In: EL-DEIR, S. G.; TORRES, B. M.; ANGELO, G. F. (orgs). **Instrumentos legais ambientais e Agenda 2030**. Recife: UFRPE, 2022. p. 10-21.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

XAVIER, G. A. Geração distribuída ou centralizada: estudo de caso de microgeração fotovoltaica versus usina termelétrica no nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 5, 2014, Recife. **Anais do...** Recife: Associação Brasileira de Energia Solar, 2014.

ZANETTI NETO, G.; DA COSTA, W. T.; VASCONCELOS, V. B. A resolução normativa no 482/2012 da ANEEL: possibilidades e entraves para a microgeração distribuída. **Revista**

Brasileira de Energia Solar, v. 5, n. 2, 2014. <https://doi.org/10.59627/rbens.2014v5i2.115>

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/UFFS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado(a) Senhor(a),

O(a) Senhor(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa **Energia solar fotovoltaica na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável: um estudo em estabelecimentos de agricultura familiar de São Paulo das Missões/RS**, desenvolvida por Diego Berwald, aluno no Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Políticas Públicas da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo (UFFS – Cerro Largo), sob a orientação da Professora Doutora Enise Barth e coorientação da Professora Doutora Denize Grzybovski.

O objetivo central do estudo é analisar como a geração de energia solar fotovoltaica contribui para o desenvolvimento rural sustentável, tendo como foco agricultores rurais familiares no município de São Paulo das Missões/RS. Este pesquisador acredita na relevância do estudo acerca do desenvolvimento rural sustentável, que em suas múltiplas dimensões, visa o bem-estar da população.

O convite a sua participação se deve ao fato de o(a) Senhor(a) desenvolver atividades em condições que o(a) caracterizam como agricultor(a) familiar.

Sua participação não é obrigatória e o(a) Senhor(a) tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como desistir da sua participação neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação. O(A) Senhor(a) não será penalizado(a) de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desista da mesma.

O(A) Senhor(a) não receberá remuneração e nenhum tipo de recompensa nesta pesquisa, sendo sua participação voluntária. Também não terá benefícios diretos, mas indiretos, pois a pesquisa poderá contribuir para o desenvolvimento rural sustentável e para a criação e melhoria de políticas públicas relacionadas à energia solar fotovoltaica em estabelecimentos da agricultura familiar.

Em todo o processo da pesquisa, serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas pelo(a) Senhor(a). Qualquer dado que possa identificá-lo será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa e o material será armazenado em local seguro, acessível exclusivamente a este pesquisador.

A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, o(a) Senhor(a) poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre os resultados, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo.

A sua participação consistirá em responder oralmente as perguntas de um questionário. O(A) Senhor(a) se sinta inteiramente à vontade para solicitar a reformulação ou repetição de perguntas em casos de não lhe parecerem bem compreensíveis. E, poderá se recusar a responder a qualquer uma das perguntas. Os questionamentos se destinam a colher informações de produtores rurais que se enquadram na condição de agricultor familiar, nos termos do Art. 3º da Lei Nº 11.326/2006, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais, e estarão centradas em investigar de que forma a geração de energia solar fotovoltaica contribui para o desenvolvimento rural sustentável no município de São Paulo das Missões/RS. O município de São Paulo das Missões possui trinta e três localidades rurais, nesta pesquisa distribuídas em quatro grupos de localidades, dos quais pretende-se coletar dados de três participantes de cada grupo de localidades, totalizando assim, doze participantes.

O tempo de duração da coleta de dados é de aproximadamente uma hora. Se você autorizar, a coleta de dados será gravada em áudio, somente para a transcrição das informações. Os materiais produzidos no processo de coleta de dados, tanto os físicos quanto os digitais,

serão armazenados pelo pesquisador, que zelará pelo sigilo e segurança das informações pessoais por cinco anos. Durante esse período, somente este pesquisador terá acesso ao material gravado. Decorrido este prazo, os arquivos digitais serão apagados permanentemente e os arquivos físicos serão incinerados.

O pesquisador zelará para que não sejam tratados assuntos de foro íntimo ou que possam causar algum desconforto, constrangimento ou outro dano emocional; porém, se algum desses riscos se concretizar, o pesquisador passará ao pedido de desculpas para a restauração do bem-estar, para que a coleta de dados retorne a um rumo agradável e proveitoso; mas, se o(a) Senhor(a) preferir, poderá ser encerrada a coleta de dados. Será relatado à UFFS se qualquer das situações de risco se concretizar. A devolutiva dos resultados da pesquisa aos participantes ocorrerá no seminário de defesa da dissertação, para o qual, desde já, o(a) Senhor(a) fica convidado(a). O local, a data e o horário do seminário lhes serão informados pessoalmente após o agendamento. Após a defesa, os resultados da pesquisa ficarão disponíveis no repositório digital institucional em formato de relatório de dissertação, que poderá ser acessado *on line* em qualquer momento por meio do link: <https://rd.uffs.edu.br/>. Os resultados também serão disponibilizados em formato de artigo científico a ser publicado em um periódico científico qualificado, o qual será comunicado pessoalmente aos participantes da pesquisa. Enfatiza-se que a publicação dos resultados manterá sigilo dos dados pessoais.

Caso o(a) Senhor(a) concorde em participar, assinale a seguir sua opção, em duas vias, sendo que uma via deste Termo ficará em seu poder e a outra ficará com este pesquisador. Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

☐ Autorizo gravação

☐ Não autorizo gravação

Nome completo do(a) participante: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

CAAE:

Número do Parecer de aprovação no CEP/UFFS:

Data de Aprovação:

Nome do pesquisador responsável: Diego Berwald

Local _____ Data: ____/____/____

Assinatura do pesquisador responsável: _____

Contato profissional com o(a) pesquisador(a) responsável:

Telefone: (55)99902-0756

e-mail: diegoberwald@gmail.com

Endereço para correspondência: Linha Rincão dos Reinke, s/n, Interior, CEP 97980-000 – São Paulo das Missões - Rio Grande do Sul - Brasil

“Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFFS”:

Tel e Fax - (0XX49) 2049-3745

E-Mail: cep.uffs@uffs.edu.br

https://www.uffs.edu.br/acessofacil/boletim_oficial/instrucoes-normativas/propepg

Endereço para correspondência: Comitê de Ética em Pesquisa da UFFS, Universidade Federal da Fronteira Sul, Bloco da Biblioteca, Sala 310, 3º andar, Rodovia SC 484 Km 02, Fronteira Sul, CEP 89815-899, Chapecó, Santa Catarina, Brasil.

APÊNDICE B – Formulário para participante(s) responsável(is) por estabelecimento rural com sistema fotovoltaico instalado

Data da coleta de dados ____/____/____ Horário inicial: _____ Horário Final: _____
Participante: _____ Localidade: _____

Bloco 1 – Dados de caracterização do participante

- 1) Idade: ____ anos
- 2) Sexo:

() Homem () Mulher () Prefiro não informar
- 3) Vive em companhia de cônjuge ou companheiro(a)?

() Sim () Já viveu antes () Nunca viveu
- 4) Qual é a natureza da união?

() Casamento civil e religioso () Só casamento civil
() Só casamento religioso () União consensual
- 5) Quanto à cor ou raça, como se identifica:

() Branca () Preta () Amarela () Parda () Indígena
- 6) Das religiões a seguir relacionadas, com qual delas você melhor se identifica:

() Católica
() Evangélica
() Espírita
() Umbanda, candomblé ou outras religiões afro-brasileiras
() Não tem religião
() Ateu
() Outras _____
- 7) Frequenta escola? () Sim () Não, mas já frequentou () Não, nunca frequentou
- 8) Qual curso?

() Ensino Fundamental → () Completo () Incompleto () Em andamento
() Ensino Médio → () Completo () Incompleto () Em andamento
() Ensino Superior → () Completo () Incompleto () Em andamento. Qual? _____
() Especialização → () Completo () Incompleto () Em andamento. Qual? _____
() Mestrado → () Completo () Incompleto () Em andamento. Qual? _____
() Doutorado → () Completo () Incompleto () Em andamento. Qual? _____

Bloco 2 - Caracterização do estabelecimento rural

9) Localidade em que se situa este estabelecimento rural.

<input type="checkbox"/> Arabela	<input type="checkbox"/> Heloisa Norte	<input type="checkbox"/> Mila Sul
<input type="checkbox"/> Avante	<input type="checkbox"/> Heloisa Sul	<input type="checkbox"/> Nova Esperança
<input type="checkbox"/> Barão Redenção	<input type="checkbox"/> Juventus	<input type="checkbox"/> Pinheiro Machado
<input type="checkbox"/> Barrão Paz	<input type="checkbox"/> Lavina	<input type="checkbox"/> Planalto
<input type="checkbox"/> Beira Rio	<input type="checkbox"/> Lavina Norte	<input type="checkbox"/> Povoado Ipê
<input type="checkbox"/> Cecília	<input type="checkbox"/> Louro Seco	<input type="checkbox"/> Quinota
<input type="checkbox"/> Cecília Sul	<input type="checkbox"/> Luizental	<input type="checkbox"/> Rincão dos Neumann
<input type="checkbox"/> Colônia Gaúcha	<input type="checkbox"/> Mato Grosso A	<input type="checkbox"/> Rincão dos Reinke
<input type="checkbox"/> Depósito	<input type="checkbox"/> Mato Grosso B	<input type="checkbox"/> Rincão dos Soares
<input type="checkbox"/> Helena Norte	<input type="checkbox"/> Mila Centro	<input type="checkbox"/> Secção Dourada
<input type="checkbox"/> Helena Sul	<input type="checkbox"/> Mila Norte	<input type="checkbox"/> Sobrado

10) Quem é o responsável pelas decisões sobre esse estabelecimento rural? _____

11) Quantas pessoas compõem a unidade familiar?

☐ Uma ☐ Duas ☐ Três ☐ Quatro ☐ Cinco ☐ Seis ☐ Sete ☐ Oito ☐ _____

12) A mão-de-obra utilizada no desenvolvimento das atividades neste estabelecimento rural é predominantemente do grupo familiar? ☐ Sim ☐ Não

13) Aproximadamente, qual o % da renda do grupo familiar que provém das atividades rurais? ☐ Menos de 50% ☐ 50% ou mais

14) O(A) Senhor(a) tem por finalidade a produção agrícola, pecuária ou afins neste estabelecimento rural? Pode especificar qual(is)? ☐ Não ☐ Sim. Especifique: _____

15) A totalidade de imóveis da unidade familiar é igual, superior ou inferior a 4 módulos fiscais?

☐ Igual ☐ Superior ☐ Inferior

Bloco 3 – Sistema de energia solar fotovoltaica

16) O Senhor possui um sistema de geração de energia solar fotovoltaica instalado neste estabelecimento rural? ☐ Sim ☐ Não

17) Quando o sistema solar fotovoltaico foi instalado?

<input type="checkbox"/> Antes de 2012	<input type="checkbox"/> 2012	<input type="checkbox"/> 2013	<input type="checkbox"/> 2014	<input type="checkbox"/> 2015	<input type="checkbox"/> 2016	<input type="checkbox"/> 2017
<input type="checkbox"/> 2018	<input type="checkbox"/> 2019	<input type="checkbox"/> 2020	<input type="checkbox"/> 2021	<input type="checkbox"/> 2022	<input type="checkbox"/> 2023	<input type="checkbox"/> 2024

18) Trata-se de um sistema que opera conectado à rede de distribuição de energia elétrica, isolado, ou opera de forma mista? ☐ Conectado/ *on-grid* ☐ Isolado/ *off-grid* ☐ Misto

19) Qual a potência instalada do sistema solar fotovoltaico? _____

20) Sobre qual tipo de estrutura o sistema fotovoltaico foi instalado? _____

21) Há sistema de armazenamento de pelo menos 20% da produção mensal? ☐ Sim ☐ Não

22) Foi feito o dimensionamento da demanda energética deste estabelecimento antes da aquisição do sistema solar fotovoltaico? ☐ Sim ☐ Não

23) A geração de energia elétrica através do sistema é equivalente, inferior ou superior à demanda deste estabelecimento rural? ☐ Inferior ☐ Equivalente ☐ Superior

Bloco 4 - Políticas públicas de geração distribuída de energia elétrica

- 24) A Lei nº 14.300/2022, dentre outras disposições, instituiu o marco legal da microgeração e minigeração distribuída e o sistema de compensação de energia Elétrica. O(A) Senhor(a) tem conhecimento acerca do sistema de compensação? () Sim () Não
- 25) Para o(a) Senhor(a), a tarifa cobrada sobre a energia compensada em sistemas homologados após a entrada em vigência da Lei nº 14.300/2022, influencia ou influenciou na decisão de instalar um sistema solar fotovoltaico?
() Sim () Não () Não se aplica
- 26) O seu sistema foi beneficiado com a isenção da tarifa de uso da rede de distribuição de energia elétrica até o final do ano de 2045? () Sim () Não () Não se aplica
- 27) Há unidade(s) consumidora(s) fora deste estabelecimento rural beneficiária(s) dos créditos de energia solar fotovoltaica gerados aqui? () Sim () Não () Não se aplica
- 28) Em algum momento o senhor já auferiu renda comercializando o excedente da energia elétrica produzida pelo seu sistema? () Sim () Não () Não se aplica

Bloco 5 - Contribuições e limitações da energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural sustentável
(Viés econômico)

- 29) Para o(a) Senhor(a), de que forma a geração de energia solar fotovoltaica contribui para o desenvolvimento rural sustentável sob o viés econômico?
- 30) Ainda sob o viés econômico, você observa limitações ou prejuízos causados pela geração de energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural sustentável? Quais?

(Viés social)

- 31) Para o(a) Senhor(a), de que forma a geração de energia solar fotovoltaica contribui para o desenvolvimento rural sustentável sob o viés social?
- 32) Ainda sob o viés social, você observa limitações ou prejuízos causados pela geração de energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural sustentável? Quais?

(Viés ambiental)

- 33) Para o(a) Senhor(a), de que forma a geração de energia solar fotovoltaica contribui para o desenvolvimento rural sustentável sob o viés ambiental?
- 34) Ainda sob o viés ambiental, você observa limitações ou prejuízos causados pela geração de energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural sustentável? Quais?

Bloco 6 - Razões para a instalação de um sistema solar fotovoltaico

- 35) Em síntese, cite as três principais razões que lhe motivaram a instalar um sistema solar fotovoltaico? Após a instalação, houve arrependimento? Se sim, por quê?
- 36) De forma geral, os resultados da energia elétrica gerada pelo seu sistema solar fotovoltaico proporcionaram melhorias no bem-estar familiar? Estas melhorias se estendem à comunidade local ou regional? Se sim, como?

APÊNDICE C – Formulário para participante(s) responsável(is) por estabelecimento rural sem sistema fotovoltaico instalado

Data da coleta de dados ____/____/____ Horário inicial: _____ Horário Final: _____

Participante: _____ Localidade: _____

- 1) Idade: ____ anos
- 2) Sexo:

() Homem () Mulher () Prefiro não informar
- 3) Vive em companhia de cônjuge ou companheiro(a)?

() Sim () Já viveu antes () Nunca viveu
- 4) Qual é a natureza da união?

() Casamento civil e religioso

() Só casamento civil

() Só casamento religioso

() União consensual
- 5) Quanto à cor ou raça, como se identifica:

() Branca

() Preta

() Amarela

() Parda

() Indígena
- 6) Das religiões a seguir relacionadas, com qual delas você melhor se identifica:

() Católica

() Evangélica

() Espírita

() Umbanda, candomblé ou outras religiões afro-brasileiras

() Não tem religião

() Ateu

() Outras _____
- 7) Frequenta escola? () Sim () Não, mas já frequentou () Não, nunca frequentou
- 8) Qual curso?

() Ensino Fundamental → () Completo () Incompleto () Em andamento

() Ensino Médio → () Completo () Incompleto () Em andamento

() Ensino Superior → () Completo () Incompleto () Em andamento. Qual? _____

() Especialização → () Completo () Incompleto () Em andamento. Qual? _____

() Mestrado → () Completo () Incompleto () Em andamento. Qual? _____

() Doutorado → () Completo () Incompleto () Em andamento. Qual? _____

Bloco 2 - Caracterização do estabelecimento rural

9) Localidade em que se situa este estabelecimento rural.

<input type="checkbox"/> Arabela	<input type="checkbox"/> Heloisa Norte	<input type="checkbox"/> Mila Sul
<input type="checkbox"/> Avante	<input type="checkbox"/> Heloisa Sul	<input type="checkbox"/> Nova Esperança
<input type="checkbox"/> Barão Redenção	<input type="checkbox"/> Juventus	<input type="checkbox"/> Pinheiro Machado
<input type="checkbox"/> Barrão Paz	<input type="checkbox"/> Lavina	<input type="checkbox"/> Planalto
<input type="checkbox"/> Beira Rio	<input type="checkbox"/> Lavina Norte	<input type="checkbox"/> Povoado Ipê
<input type="checkbox"/> Cecília	<input type="checkbox"/> Louro Seco	<input type="checkbox"/> Quinota
<input type="checkbox"/> Cecília Sul	<input type="checkbox"/> Luizental	<input type="checkbox"/> Rincão dos Neumann
<input type="checkbox"/> Colônia Gaúcha	<input type="checkbox"/> Mato Grosso A	<input type="checkbox"/> Rincão dos Reinke
<input type="checkbox"/> Depósito	<input type="checkbox"/> Mato Grosso B	<input type="checkbox"/> Rincão dos Soares
<input type="checkbox"/> Helena Norte	<input type="checkbox"/> Mila Centro	<input type="checkbox"/> Secção Dourada
<input type="checkbox"/> Helena Sul	<input type="checkbox"/> Mila Norte	<input type="checkbox"/> Sobrado

10) Quem é o responsável pelas decisões sobre esse estabelecimento rural? _____

11) Quantas pessoas compõem a unidade familiar?

☐ Uma ☐ Duas ☐ Três ☐ Quatro ☐ Cinco ☐ Seis ☐ Sete ☐ Oito ☐ _____

12) A mão-de-obra utilizada no desenvolvimento das atividades neste estabelecimento rural é predominantemente do grupo familiar? ☐ Sim ☐ Não

13) Aproximadamente, qual o percentual da renda do grupo familiar que provém das atividades rurais? ☐ Menos de 50% ☐ 50% ou mais

14) O(A) Senhor(a) tem por finalidade a produção agrícola, pecuária ou afins neste estabelecimento rural? Pode especificar qual(is)?

☐ Não ☐ Sim. Especifique: _____

15) A totalidade de imóveis da unidade familiar é igual, superior ou inferior a quatro módulos fiscais? ☐ Igual ☐ Superior ☐ Inferior

Bloco 3 – Sistema de energia solar fotovoltaica

16) O(A) Senhor(a) possui um sistema de geração de energia solar fotovoltaica instalado neste estabelecimento rural?

☐ Sim ☐ Não

Bloco 4 - Políticas públicas de geração distribuída de energia elétrica

17) A Lei nº 14.300/2022, dentre outras disposições, instituiu o marco legal da microgeração e minigeração distribuída e o sistema de compensação de energia Elétrica. O(A) Senhor(a) tem conhecimento acerca do sistema de compensação? ☐ Sim ☐ Não

18) Para o(a) Senhor(a), a tarifa cobrada sobre a energia compensada em sistemas homologados após a entrada em vigência da Lei nº 14.300/2022, influencia ou influenciou na decisão de instalar um sistema solar fotovoltaico? ☐ Sim ☐ Não ☐ Não se aplica

19) Este estabelecimento é unidade beneficiária de geração distribuída de energia elétrica gerada por um sistema solar fotovoltaico em local diverso deste? ☐ Sim ☐ Não

Bloco 5 - Contribuições e limitações da energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural sustentável

(Sob o viés econômico)

- 20) Para o(a) Senhor(a), de que forma a geração de energia solar fotovoltaica contribui para o desenvolvimento rural sustentável sob o viés econômico?
- 21) Ainda sob o viés econômico, você observa limitações ou prejuízos causados pela geração de energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural sustentável? Quais?

(Sob o viés social)

- 22) Para o(a) Senhor(a), de que forma a geração de energia solar fotovoltaica contribui para o desenvolvimento rural sustentável sob o viés social?
- 23) Ainda sob o viés social, você observa limitações ou prejuízos causados pela geração de energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural sustentável? Quais?

(Sob o viés ambiental)

- 24) Para o(a) Senhor(a), de que forma a geração de energia solar fotovoltaica contribui para o desenvolvimento rural sustentável sob o viés ambiental?
- 25) Ainda sob o viés ambiental, você observa limitações ou prejuízos causados pela geração de energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural sustentável? Quais?

Bloco 6 - Razões para a instalação de um sistema solar fotovoltaico

- 26) Em síntese, cite as três principais razões que lhe motivam a não instalar um sistema solar fotovoltaico em seu estabelecimento rural.

APÊNDICE D – Formulário para tabulação dos dados

Grupo	Indicadores	P1	P2	Pn
Caracterização do participante	Idade			
	Sexo			
	Cônjuge ou companheiro			
	Natureza da união			
	Cor ou raça			
	Religião			
	Frequenta escola			
	Curso			
Caracterização do estabelecimento rural	Grupo de localidades			
	Responsável pelas decisões			
	Número de componentes da unidade familiar			
	Mão-de-obra			
	% de renda proveniente das atividades rurais			
	Finalidade produtiva do estabelecimento rural			
	Área total do estabelecimento			
Caracterização dos sistemas de energia solar fotovoltaica	Sistema instalado (Sim ou Não)			
	Ano de instalação			
	Tipo de sistema			
	Potência instalada			
	Estrutura			
	Armazenamento $\geq 20\%$			
	Dimensionamento da demanda			
	Geração <i>versus</i> demanda			
Influência das políticas públicas na decisão sobre a instalação de sistemas solares	Conhecimento sobre o sistema de compensação			
	Influência da tarifa sobre a decisão de instalação			
	Isenção da tarifa de uso da rede de distribuição			
	É unidade beneficiária			
	É unidade geradora para outras un. consumidoras			
	Comercializa excedente			
Contribuições da energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural	Econômicas			
	Ambientais			
	Sociais			
Limitações da energia solar fotovoltaica para o desenvolvimento rural	Econômicas			
	Ambientais			
	Sociais			
Síntese	Principais motivações			
	Principais resultados			
	Empecilhos			
	Frustrações			